

**UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT -**

ANNÉE 2010

THÈSE N° 57

**TITRE DE LA THÈSE : *Cinétique de l'Hydratation Cutanée après l'Application
de Produits Naturels***

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT Le

PAR

Mlle KONÉ Aminata Marie- Paule Élodie

Née le 10 Janvier 1984 à Abidjan

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN PHARMACIE

MOTS - CLÉS : Peau, Hydratation, PIE, Capacité de rétention en eau, Beurre de Karité,
Huile d'Argan.

JURY

Mr W. MAAZOUZI

Professeur d'Anesthésie Réanimation

Mr Y . BENSOUDA

Professeur de Pharmacie Galénique

Mr K. BENYOUSSEF

Professeur de Dermatologie

Mme M. SEFFAR

Professeur agrégée de Micobiologie

Mme N. CHERKAOUI

Professeur agrégée de Pharmacie Galénique

PRÉSIDENT

RAPPORTEUR

JUGES

Dédicaces

À Dieu le Père Tout-Puissant qui détient le secret de mon existence et qui toujours m'accorde sa miséricorde, que la gloire lui soit rendue.

À mes parents Idrissa et Rose les êtres les plus chers de ma vie, par ce travail je vous exprime mon infinie gratitude et mon profond attachement.

A mes frères Thierry, Doudou et Joëlle je vous adore et vous remercie pour les prières que vous si jeunes et si sages avez adressé à mon égard.

A Kiki, Pascal, Arnaud mes modèles de vie vous qui m'avez inspiré et qui avez mis en œuvre les moyens pour que je réalise mes projets.

A toute la famille Koné et alliée et à ma grande famille au Maroc et à l'ambassade de Cote d'Ivoire au Maroc.

À mes amis et frères de cœur Gisèle, Azziad, Yolande, Prisca, Jessica, Boukary, Abel, Hans-Abel, Johanna, Imane, Léopold, Christopher, Barbara, Irma pour toutes les fois où votre présence et votre sympathie m'ont réconforté.

A tous mes collègues de la faculté sans qui les choses ne seraient pas toujours aisées.

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé à l'aboutissement de ce travail, vous avez tous une place de choix dans ma vie.

Remerciements

A notre maître et président de jury

Monsieur le Professeur WAJDI MAZOUZI

Chef du service d'Anesthésie et de Réanimation de l'Hôpital des

Spécialités de Rabat.

Le grand honneur que vous nous faites en acceptant spontanément de

présider cette thèse est pour nous l'occasion de vous témoigner

notre profond respect et notre admiration.

Soyez assuré de notre vive reconnaissance.

À notre maître et rapporteur de thèse

Monsieur le Professeur YAHIA BENSOUDA

*Professeur agrégé de Pharmacie Galénique Chef du département de
Pharmacie Galénique Industrielle et Chef du service de la Pharmacie de
l'Hôpital des spécialités de Rabat.*

*Nous avons toujours en mémoire votre encadrement exemplaire depuis
nos premiers pas dans cette Faculté*

*Votre compétence pratique, et vos grandes qualités humaines font de
vous un maître, un vrai pédagogue.*

*Vous nous avez proposé ce travail et nous pouvons témoigner de la
fidélité et la rigueur avec laquelle vous nous avez aidés à le réaliser.*

*Veillez trouver ici Monsieur, l'expression de notre dévouement, et de
notre profond respect.*

À notre maître et juge de thèse

*Madame le Professeur MERIEM SEFFAR Professeur agrégée de
Microbiologie.*

*Nous vous remercions vivement de l'honneur que vous nous faites en
siégeant parmi notre jury de thèse. Nous vous sommes très
reconnaisants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous
avez accepté de juger ce travail.*

Veillez croire Madame

En l'assurance de notre grande estime et notre sincère reconnaissance.

A notre Maître et Juge de Thèse

Madame le Professeur NAOUAL CHERKAOUI

Professeur Agrégée de Pharmacie Galénique.

C'est Un Grand Plaisir Pour Nous De Vous Voir Juger Notre Thèse.

Nous vous prions de trouver ici l'expression de notre profond

Respect et de notre gratitude.

A Kenza, Dr Younes et à tout le laboratoire de Pharmacie Galénique

Au personnel et internes du laboratoire d'analyses et de la pharmacie

l'hôpital des spécialités de Rabat ainsi qu'à ceux de la Radiopharmacie

de l'hôpital cardiologique de Lyon

A nos amis et collaborateurs de la faculté

Nous sommes très touchés par votre amabilité et votre disponibilité.

Veillez trouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance et nos

vifs remerciements.



**UNIVERSITE MOHAMMED V- SOUISSI
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969	: Docteur Ahdemalek FARAJ
1969 – 1974	: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981	: Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989	: Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997	: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003	: Professeur Abdelmajid BELMAHI

ADMINISTRATION :

Doyen :	Professeur Najia HAJJAJ
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et Etudiantines	Professeur Mohammed JIDDANE
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération	Professeur Ali BENOMAR
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie	Professeur Yahia CHERRAH
Secrétaire Général :	Monsieur El Hassan AHOLLAT

PROFESSEURS :

Décembre 1967

1. Pr. TOUNSI Abdelkader Pathologie Chirurgicale

Février, Septembre, Décembre 1973

2. Pr. ARCHANE My Idriss* Pathologie Médicale
3. Pr. BENOMAR Mohammed Cardiologie
4. Pr. CHAOUI Abdellatif Gynécologie Obstétrique
5. Pr. CHKILI Taieb Neuropsychiatrie

Janvier et Décembre 1976

6. Pr. HASSAR Mohamed Pharmacologie Clinique

Février 1977

7. Pr. AGOUMI Abdelaziz Parasitologie
8. Pr. BENKIRANE ép. AGOUMI Najia Hématologie
9. Pr. EL BIED ép. IMANI Farida Radiologie

Février Mars et Novembre 1978

10. Pr. ARHARBI Mohamed Cardiologie
11. Pr. SLAOUI Ahdemalek Anesthésie Réanimation

Mars 1979

12. Pr. LAMDOUAR ép. BOUAZZAOUI Naima Pédiatrie

Mars, Avril et Septembre 1980

13. Pr. EL KHAMLIHI Abdeslam Neurochirurgie
14. Pr. MESBAHI Redouane Cardiologie

Mai et Octobre 1981

15. Pr. BENOMAR Said* Anatomie Pathologique

16. Pr. BOUZOUBAA Abdelmajid
 17. Pr. EL MANOUAR Mohamed
 18. Pr. HAMMANI Ahmed*
 19. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih
 20. Pr. SBIHI Ahmed
 21. Pr. TAOBANE Hamid*

Cardiologie
 Traumatologie-Orthopédie
 Cardiologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Thoracique

Mai et Novembre 1982

22. Pr. ABROUQ Ali*
 23. Pr. BENOMAR M'hammed
 24. Pr. BENSOUDA Mohamed
 25. Pr. BENOSMAN Abdellatif
 26. Pr. CHBICHEB Abdelkrim
 27. Pr. JIDAL Bouchaib*
 28. Pr. LAHBABI ép. AMRANI Naïma

Oto-Rhino-Laryngologie
 Chirurgie-Cardio-Vasculaire
 Anatomie
 Chirurgie Thoracique
 Biophysique
 Chirurgie Maxillo-faciale
 Physiologie

Novembre 1983

29. Pr. ALAOUI TAHIRI Kébir*
 30. Pr. BALAFREJ Amina
 31. Pr. BELLAKHDAR Fouad
 32. Pr. HAJJAJ ép. HASSOUNI Najia
 33. Pr. SRAIRI Jamal-Eddine

Pneumo-phtisiologie
 Pédiatrie
 Neurochirurgie
 Rhumatologie
 Cardiologie

Décembre 1984

34. Pr. BOUCETTA Mohamed*
 35. Pr. EL OUEDDARI Brahim El Khalil
 36. Pr. MAAOUNI Abdelaziz
 37. Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
 38. Pr. NAJI M'Barek *
 39. Pr. SETTAF Abdellatif

Neurochirurgie
 Radiothérapie
 Médecine Interne
 Anesthésie -Réanimation
 Immuno-Hématologie
 Chirurgie

Novembre et Décembre 1985

40. Pr. BENJELLOUN Halima
 41. Pr. BENSALIM Younes
 42. Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa
 43. Pr. IHRAI Hssain *
 44. Pr. IRAQI Ghali
 45. Pr. KZADRI Mohamed

Cardiologie
 Pathologie Chirurgicale
 Neurologie
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale
 Pneumo-phtisiologie
 Oto-Rhino-laryngologie

Janvier, Février et Décembre 1987

46. Pr. AJANA Ali
 47. Pr. AMMAR Fanid
 48. Pr. CHAHED OUAZZANI ép.TAOBANE Houria
 49. Pr. EL FASSY Fihri Mohamed Taoufiq
 50. Pr. EL HAITEM Naïma
 51. Pr. EL MANSOURI Abdellah*
 52. Pr. EL YAACOUBI Moradh
 53. Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
 54. Pr. LACHKAR Hassan

Radiologie
 Pathologie Chirurgicale
 Gastro-Entérologie
 Pneumo-phtisiologie
 Cardiologie
 Chimie-Toxicologie Expertise
 Traumatologie Orthopédie
 Gastro-Entérologie
 Médecine Interne

55. Pr. OHAYON Victor*
 56. Pr. YAHYAOUY Mohamed

Médecine Interne
 Neurologie

Décembre 1988

57. Pr. BENHMAMOUCHE Mohamed Najib
 58. Pr. DAFIRI Rachida
 59. Pr. FAIK Mohamed
 60. Pr. FIKRI BEN BRAHIM Nouredine

Chirurgie Pédiatrique
 Radiologie
 Urologie
 Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène

61. Pr. HERMAS Mohamed
62. Pr. TOULOUNE Farida*

Traumatologie Orthopédie
Médecine Interne

Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990

63. Pr. ABIR ép. KHALIL Saadia
64. Pr. ACHOUR Ahmed*
65. Pr. ADNAOUI Mohamed
66. Pr. AOUNI Mohamed
67. Pr. AZENDOUR BENACEUR*
68. Pr. BENAMEUR Mohamed*
69. Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali
70. Pr. CHAD Bouziane
71. Pr. CHKOFF Rachid
72. Pr. FARCHADO Fouzia ép. BENABDELLAH
73. Pr. HACHIM Mohammed*
74. Pr. HACHIMI Mohamed
75. Pr. KHARBACH Aïcha
76. Pr. MANSOURI Fatima
77. Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda
78. Pr. SEDRATI Omar*
79. Pr. TAZI Saoud Anas
80. Pr. TERHZZAZ Abdellah*

Cardiologie
Chirurgicale
Médecine Interne
Médecine Interne
Oto-Rhino-Laryngologie
Radiologie
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Pathologie Chirurgicale
Pédiatrique
Médecine-Interne
Urologie
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Neurologie
Dermatologie
Anesthésie Réanimation
Ophtalmologie

Février Avril Juillet et Décembre 1991

81. Pr. AL HAMANY Zaïtounia
82. Pr. ATMANI Mohamed*
83. Pr. AZZOUZI Abderrahim
84. Pr. BAYAHIA ép. HASSAM Rabéa
85. Pr. BELKOUCHI Abdelkader
86. Pr. BENABDELLAH Chahrazad
87. Pr. BENCHEKROUN BELABBES Abdelatif
88. Pr. BENSOUDA Yahia
89. Pr. BERRAHO Amina
90. Pr. BEZZAD Rachid
91. Pr. CHABRAOUI Layachi
92. Pr. CHANA El Houssaine*
93. Pr. CHERRAH Yahia
94. Pr. CHOKAIRI Omar
95. Pr. FAJRI Ahmed*
96. Pr. JANATI Idrissi Mohamed*
97. Pr. KHATTAB Mohamed
98. Pr. NEJMI Maati
99. Pr. OUAALINE Mohammed*

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Hématologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Ophtalmologie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Anesthésie-Réanimation
Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène

100. Pr. SOULAYMANI ép. BENCHEIKH Rachida
101. Pr. TAOUFIK Jamal

Pharmacologie
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

102. Pr. AHALLAT Mohamed
103. Pr. BENOUDA Amina
104. Pr. BENSOUDA Adil
105. Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
106. Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
107. Pr. CHAKIR Nouredine
108. Pr. CHRAIBI Chafiq
109. Pr. DAOUDI Rajae
110. Pr. DEHAYNI Mohamed*
111. Pr. EL HADDOURY Mohamed
112. Pr. EL OUAHABI Abdessamad

Chirurgie Générale
Microbiologie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Anesthésie Réanimation
Neurochirurgie

113. Pr. FELLAT Rokaya
 114. Pr. GHAFIR Driss*
 115. Pr. JIDDANE Mohamed
 116. Pr. OUAZZANI TAIBI Med Charaf Eddine
 117. Pr. TAGHY Ahmed
 118. Pr. ZOUHDI Mimoun

Cardiologie
 Médecine Interne
 Anatomie
 Gynécologie Obstétrique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie

Mars 1994

119. Pr. AGNAOU Lahcen
 120. Pr. AL BAROUDI Saad
 121. Pr. ARJI Moha*
 122. Pr. BENCHERIFA Fatiha
 123. Pr. BENJAAFAR Nouredine
 124. Pr. BENJELLOUN Samir
 125. Pr. BENRAIS Nozha
 126. Pr. BOUNASSE Mohammed*
 127. Pr. CAOUI Malika
 128. Pr. CHRAIBI Abdelmjid
 129. Pr. EL AMRANI ép. AHALLAT Sabah
 130. Pr. EL AOUDAD Rajae
 131. Pr. EL BARDOUNI Ahmed
 132. Pr. EL HASSANI My Rachid
 133. Pr. EL IDRISSE LAMGHARI Abdennaceur
 134. Pr. EL KIRAT Abdelmajid*
 135. Pr. ERROUGANI Abdelkader
 136. Pr. ESSAKALI Malika
 137. Pr. ETTAYEBI Fouad
 138. Pr. HADRI Larbi*
 139. Pr. HDA Ali*
 140. Pr. HASSAM Badredine
 141. Pr. IFRINE Lahssan
 142. Pr. JELTHI Ahmed
 143. Pr. MAHFOUD Mustapha
 144. Pr. MOUDENE Ahmed*
 145. Pr. MOSSEDDAQ Rachid*
 146. Pr. OULBACHA Said
 147. Pr. RHRAB Brahim

Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Anesthésie Réanimation
 Ophtalmologie
 Radiothérapie
 Chirurgie Générale
 Biophysique
 Pédiatrie
 Biophysique
 Endocrinologie et Maladies Métabolique
 Gynécologie Obstétrique
 Immunologie
 Traumatologie Orthopédie
 Radiologie
 Médecine Interne
 Chirurgie Cardio- Vasculaire
 Chirurgie Générale
 Immunologie
 Chirurgie Pédiatrique
 Médecine Interne
 Médecine Interne
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Anatomie Pathologique
 Traumatologie Orthopédie
 Traumatologie Orthopédie
 Neurologie
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique

148. Pr. SENOUCI ép. BELKHADIR Karima
 149. Pr. SLAOUI Anas

Dermatologie
 Chirurgie Cardio-vasculaire

Mars 1994

150. Pr. ABBAR Mohamed*
 151. Pr. ABDELHAK M'barek
 152. Pr. BELAIDI Halima
 153. Pr. BARHMI Rida Slimane
 154. Pr. BENTAHILA Abdelali
 155. Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
 156. Pr. BERRADA Mohamed Saleh
 157. Pr. CHAMI Ilham
 158. Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
 159. Pr. EL ABBADI Najia
 160. Pr. HANINE Ahmed*
 161. Pr. JALIL Abdelouahed
 162. Pr. LAKHDAR Amina
 163. Pr. MOUANE Nezha

Urologie
 Chirurgie - Pédiatrique
 Neurologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Gynécologie -Obstétrique
 Traumatologie -Orthopédie
 Radiologie
 Ophtalmologie
 Neurochirurgie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie

Mars 1995

164. Pr. ABOUQUAL Redouane

Réanimation Médicale

165. Pr. AMRAOUI Mohamed
 166. Pr. BAIDADA Abdelaziz
 167. Pr. BARGACH Samir
 168. Pr. BELLAHNECH Zakaria
 169. Pr. BEDDOUCHE Amograne*
 170. Pr. BENZAOUZ Mustapha
 171. Pr. CHAARI Jilali*
 172. Pr. DIMOU M'barek*
 173. Pr. DRISSI KAMILI Mohammed Nordine*
 174. Pr. EL MESNAOUI Abbas
 175. Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
 176. Pr. FERHATI Driss
 177. Pr. HASSOUNI Fadil
 178. Pr. HDA Abdelhamid*
 179. Pr. IBEN ATTYA ANDALOSSI Ahmed
 180. Pr. IBRAHIMY Wafaa
 182. Pr. BENOMAR ALI
 183. Pr. BOUGTAB Abdesslam
 184. Pr. ER RIHANI Hassan
 185. Pr. EZZAITOUNI Fatima
 186. Pr. KABBAJ Najat
 187. Pr. LAZRAK Khalid (M)
 188. Pr. OUTIFA Mohamed*

Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Gynécologie Obstétrique
 Urologie
 Urologie
 Gastro-Entérologie
 Médecine Interne
 Anesthésie Réanimation
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gynécologie Obstétrique
 Médecine Préventive, Santé Publique et Hygiène
 Cardiologie
 Urologie
 Ophtalmologie
 Neurologie
 Chirurgie Générale
 Oncologie Médicale
 Néphrologie
 Radiologie
 Traumatologie Orthopédie
 Gynécologie Obstétrique

Décembre 1996

189. Pr. AMIL Touriya*
 190. Pr. BELKACEM Rachid
 191. Pr. BELMAHI Amin
 192. Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
 193. Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
 194. Pr. EL MELLOUKI Ouafae*
 195. Pr. GAMRA Lamiae
 196. Pr. GAOUZI Ahmed
 197. Pr. MAHFOUDI M'barek*
 198. Pr. MOHAMMADINE EL Hamid
 199. Pr. MOHAMMADI Mohamed
 200. Pr. MOULINE Soumaya
 201. Pr. OUADGHIRI Mohamed
 202. Pr. OUZEDDOUN Naima
 203. Pr. ZBIR EL Mehdi*

Radiologie
 Chirurgie Pédiatrie
 Chirurgie réparatrice et plastique
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Parasitologie
 Anatomie Pathologique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Médecine Interne
 Pneumo-phtisiologie
 Traumatologie – Orthopédie
 Néphrologie
 Cardiologie

Novembre 1997

204. Pr. ALAMI Mohamed Hassan
 205. Pr. BEN AMAR Abdeselem
 206. Pr. BEN SLIMANE Lounis
 207. Pr. BIROUK Nazha
 208. Pr. BOULAICH Mohamed
 209. Pr. CHAOUIR Souad*
 210. Pr. DERRAZ Said
 211. Pr. ERREIMI Naima
 212. Pr. FELLAT Nadia
 213. Pr. GUEDDARI Fatima Zohra
 214. Pr. HAIMEUR Charki*
 215. Pr. KADDOURI Noureddine
 216. Pr. KANOUNI NAWAL
 217. Pr. KOUTANI Abdellatif
 218. Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
 219. Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
 220. Pr. NAZZI M'barek*
 221. Pr. OUAHABI Hamid*

Gynécologie – Obstétrique
 Chirurgie Générale
 Urologie
 Neurologie
 O.RL.
 Radiologie
 Neurochirurgie
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Radiologie
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie – Pédiatrique
 Physiologie
 Urologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Neurologie

222. Pr. SAFI Lahcen*
223. Pr. TAOUFIQ Jallal
224. Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

225. Pr. BENKIRANE Majid*
226. Pr. KHATOURI Ali*
227. Pr. LABRAIMI Ahmed*

Hématologie
Cardiologie
Anatomie Pathologique

Novembre 1998

228. Pr. AFIFI RAJAA
229. Pr. AIT BENASSER MOULAY Ali*
230. Pr. ALOUANE Mohammed*
231. Pr. LACHKAR Azouz
232. Pr. LAHLOU Abdou
233. Pr. MAFTAH Mohamed*
234. Pr. MAHASSINI Najat
235. Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
236. Pr. MANSOURI Abdelaziz*
237. Pr. NASSIH Mohamed*
238. Pr. RIMANI Mouna
239. Pr. ROUIMI Abdelhadi

Gastro - Entérologie
Pneumo-phtisiologie
Oto- Rhino- Laryngologie
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Neurochirurgie
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Neurochirurgie
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo Faciale
Anatomie Pathologique
Neurologie

Janvier 2000

240. Pr. ABID Ahmed*
241. Pr. AIT OUMAR Hassan
242. Pr. BENCHERIF My Zahid
243. Pr. BENJELLOUN DAKHAMA Badr.Sououd
244. Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
245. Pr. CHAOUI Zineb
246. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
247. Pr. ECHARRAB El Mahjoub
248. Pr. EL FTOUH Mustapha
249. Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
250. Pr. EL OTMANYAzzedine
251. Pr. GHANNAM Rachid
252. Pr. HAMMANI Lahcen
253. Pr. ISMAILI Mohamed Hatim
254. Pr. ISMAILI Hassane*
255. Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss
256. Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
257. Pr. TACHINANTE Rajae
258. Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumo-phtisiologie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

259. Pr. AIDI Saadia
260. Pr. AIT OURHROUIL Mohamed
261. Pr. AJANA Fatima Zohra
262. Pr. BENAMR Said
263. Pr. BENCHEKROUN Nabiha
264. Pr. BOUSSELMANE Nabile*
265. Pr. BOUTALEB Najib*
266. Pr. CHERTI Mohammed
267. Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
268. Pr. EL HASSANI Amine
269. Pr. EL IDGHIRI Hassan
270. Pr. EL KHADER Khalid
271. Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
272. Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
273. Pr. HSSAIDA Rachid*

Neurologie
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Ophtalmologie
Traumatologie Orthopédie
Neurologie
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anesthésie-Réanimation

274. Pr. MANSOURI Aziz
 275. Pr. OUZZANI CHAHDI Bahia
 276. Pr. RZIN Abdelkader*
 277. Pr. SEFIANI Abdelaziz
 278. Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Radiothérapie
 Ophtalmologie
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Génétique
 Réanimation Médicale

PROFESSEURS AGREGES :

Décembre 2001

279. Pr. ABABOU Adil
 280. Pr. AOUAD Aicha
 281. Pr. BALKHI Hicham*
 282. Pr. BELMEKKI Mohammed
 283. Pr. BENABDELJLIL Maria
 284. Pr. BENAMAR Loubna
 285. Pr. BENAMOR Jouda
 286. Pr. BENELBARHDADI Imane
 287. Pr. BENNANI Rajae
 288. Pr. BENOUACHANE Thami
 289. Pr. BENYOUSSEF Khalil
 290. Pr. BERRADA Rachid
 291. Pr. BEZZA Ahmed*
 292. Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
 293. Pr. BOUHOUCHE Rachida
 294. Pr. BOUMDIN El Hassane*
 295. Pr. CHAT Latifa
 296. Pr. CHELLAOUI Mounia
 297. Pr. DAALI Mustapha*
 298. Pr. DRISSI Sidi Mourad*
 299. Pr. EL HAJJOUI Ghziel Samira
 300. Pr. EL HJRI Ahmed
 301. Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
 302. Pr. EL MADHI Tarik
 303. Pr. EL MOUSSAIF Hamid
 304. Pr. EL OUNANI Mohamed
 305. Pr. EL QUESSAR Abdeljlil
 306. Pr. ETTAIR Said
 307. Pr. GAZZAZ Miloudi*
 308. Pr. GOURINDA Hassan
 309. Pr. HRORA Abdelmalek
 310. Pr. KABBAJ Saad
 311. Pr. KABIRI EL Hassane*
 312. Pr. LAMRANI Moulay Omar
 313. Pr. LEKEHAL Brahim
 314. Pr. MAHASSIN Fattouma*
 315. Pr. MEDARHRI Jalil
 316. Pr. MIKDAME Mohammed*
 317. Pr. MOHSINE Raouf
 318. Pr. NABIL Samira
 319. Pr. NOUINI Yassine
 320. Pr. OUALIM Zouhir*
 321. Pr. SABBAH Farid
 322. Pr. SEFIANI Yasser
 323. Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia
 324. Pr. TAZI MOUKHA Karim

Anesthésie-Réanimation
 Cardiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Ophtalmologie
 Neurologie
 Néphrologie
 Pneumo-phtisiologie
 Gastro-Entérologie
 Cardiologie
 Pédiatrie
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Rhumatologie
 Anatomie
 Cardiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Pédiatrie
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Chirurgie Générale
 Anesthésie-Réanimation
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Médecine Interne
 Chirurgie Générale
 Hématologie Clinique
 Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Urologie
 Néphrologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Pédiatrie
 Urologie

Décembre 2002

325. Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
 326. Pr. AMEUR Ahmed*
 327. Pr. AMRI Rachida
 328. Pr. AOURARH Aziz*

Anatomie Pathologique
 Urologie
 Cardiologie
 Gastro-Entérologie

329. Pr. BAMOU Youssef *
330. Pr. BELGHITI Laila
331. Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
332. Pr. BENBOUZZA Karima
333. Pr. BENZEKRI Laila
334. Pr. BENZZOUBEIR Nadia*
335. Pr. BERADY Samy*
336. Pr. BERNOUSSI Zakiya
337. Pr. BICHRA Mohamed Zakarya
338. Pr. CHOHO Abdelkrim *
339. Pr. CHKIRATE Bouchra
340. Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
341. Pr. EL ALJ Haj Ahmed
342. Pr. EL BARNOUSSI Leila
343. Pr. EL HAOURI Mohamed *
344. Pr. EL MANSARI Omar*
345. Pr. ES-SADEL Abdelhamid
346. Pr. FILALI ADIB Abdelhai
347. Pr. HADDOUR Leila
348. Pr. HAJJI Zakia
349. Pr. IKEN Ali
350. Pr. ISMAEL Farid
351. Pr. JAAFAR Abdeloihab*
352. Pr. KRIOULE Yamina
353. Pr. LAGHMARI Mina
354. Pr. MABROUK Hfid*
355. Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
356. Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*
357. Pr. MOUSTAINE My Rachid
358. Pr. NAITLHO Abdelhamid*
359. Pr. OUIJILAL Abdelilah
360. Pr. RACHID Khalid *
361. Pr. RAISS Mohamed
362. Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
363. Pr. RHOU Hakima
364. Pr. RKIOUAK Fouad*
365. Pr. SIAH Samir *
366. Pr. THIMOU Amal
367. Pr. ZENTAR Aziz*
368. Pr. ZRARA Ibtisam*

Janvier 2004

369. Pr. ABDELLAH El Hassan
370. Pr. AMRANI Mariam
371. Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
372. Pr. BENKIRANE Ahmed*
373. Pr. BENRAMDANE Larbi*
374. Pr. BOUGHALEM Mohamed*
375. Pr. BOULAADAS Malik
376. Pr. BOURAZZA Ahmed*
377. Pr. CHERADI Nadia
378. Pr. EL FENNI Jamal*
379. Pr. EL HANCI Zaki
380. Pr. EL KHORASSANI Mohamed
381. Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
382. Pr. HACHI Hafid
383. Pr. JABOUIRIK Fatima
384. Pr. KARMANE Abdelouahed
385. Pr. KHABOUZE Samira
386. Pr. KHARMAZ Mohamed

- Biochimie-Chimie
- Gynécologie Obstétrique
- Endocrinologie et Maladies Métaboliques
- Rhumatologie
- Dermatologie
- Gastro – Enterologie
- Médecine Interne
- Anatomie Pathologique
- Psychiatrie
- Chirurgie Générale
- Pédiatrie
- Chirurgie Pédiatrique
- Urologie
- Gynécologie Obstétrique
- Dermatologie
- Chirurgie Générale
- Chirurgie Générale
- Gynécologie Obstétrique
- Cardiologie
- Ophtalmologie
- Urologie
- Traumatologie Orthopédie
- Traumatologie Orthopédie
- Pédiatrie
- Ophtalmologie
- Traumatologie Orthopédie
- Gynécologie Obstétrique
- Cardiologie
- Traumatologie Orthopédie
- Médecine Interne
- Oto-Rhino-Laryngologie
- Traumatologie Orthopédie
- Chirurgie Générale
- Pneumo-phtisiologie
- Néphrologie
- Endocrinologie et Maladies Métaboliques
- Anesthésie Réanimation
- Pédiatrie
- Chirurgie Générale
- Anatomie Pathologique

- Ophtalmologie
- Anatomie Pathologique
- Oto-Rhino-Laryngologie
- Gastro-Entérologie
- Chimie Analytique
- Anesthésie Réanimation
- Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
- Neurologie
- Anatomie Pathologique
- Radiologie
- Gynécologie Obstétrique
- Pédiatrie
- Cardiologie
- Chirurgie Générale
- Pédiatrie
- Ophtalmologie
- Gynécologie Obstétrique
- Traumatologie Orthopédie

387. Pr. LEZREK Mohammed*
388. Pr. MOUGHIL Said
389. Pr. NAOUMI Asmae*
390. Pr. SAADI Nozha
391. Pr. SASSENOU Ismail*
392. Pr. TARIB Abdelilah*
393. Pr. TIJAMI Fouad
394. Pr. ZARZUR Jamila

Urologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Gastro-Entérologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie

Janvier 2005

395. Pr. ABBASSI Abdelah
396. Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
397. Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
398. Pr. ALLALI fadoua
399. Pr. AMAR Yamama
400. Pr. AMAZOUZI Abdellah
401. Pr. AZIZ Nouredine*
402. Pr. BAHIRI Rachid
403. Pr. BARAKAT Amina
404. Pr. BENHALIMA Hanane
405. Pr. BENHARBIT Mohamed
406. Pr. BENYASS Aatif
407. Pr. BERNOUSSI Abdelghani
408. Pr. BOUKALATA Salwa
409. Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed
410. Pr. DOUDOUH Abderrahim*
411. Pr. EL HAMZAOUI Sakina
412. Pr. HAJJI Leila
413. Pr. HESSISSEN Leila
414. Pr. JIDAL Mohamed*
415. Pr. KARIM Abdelouahed
416. Pr. KENDOUCI Mohamed*
417. Pr. LAAROUSSI Mohamed
418. Pr. LYACOUBI Mohammed
419. Pr. NIAMANE Radouane*
420. Pr. RAGALA Abdelhak
421. Pr. REGRAGUI Asmaa
422. Pr. SBIHI Souad
423. Pr. TNACHERI OUAZZANI Btissam
424. Pr. ZERAIDI Najia

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Rhumatologie
Néphrologie
Ophtalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
Ophtalmologie
Cardiologie
Ophtalmologie
Radiologie
Ophtalmologie
Biophysique
Microbiologie
Cardiologie
Pédiatrie
Radiologie
Ophtalmologie
Cardiologie
Chirurgie Cardio Vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Anatomie Pathologique
Histo Embryologie Cytogénétique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique

Avril 2006

425. Pr. ACHEMLAL Lahsen*
426. Pr. AFIFI Yasser
427. Pr. AKJOUJ Said*
428. Pr. BELGNAOUI Fatima Zahra
429. Pr. BELMEKKI Abdelkader*
430. Pr. BENCHEIKH Razika
431. Pr. BIYI Abdelhamid*
432. Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
433. Pr. BOULAHYA Abdellatif*
434. Pr. CHEIKHAOUI Younes
435. Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
436. Pr. DOGHMI Nawal
437. Pr. ESSAMRI Wafaa
438. Pr. FELLAT Btissam
439. Pr. FAROUDY Mamoun
440. Pr. GHADOUANE Mohammed*
441. Pr. HARMOUCHE Hicham
442. Pr. HNAFI Sidi Mohamed*

Rhumatologie
Dermatologie
Radiologie
Dermatologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie – Pédiatrique
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Urologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation

- 443. Pr. IDRIS LAHLOU Amine
- 444. Pr. JROUNDI Laila
- 445. Pr. KARMOUNI Tariq
- 446. Pr. KILI Amina
- 447. Pr. KISRA Hassan
- 448. Pr. KISRA Mounir
- 449. Pr. KHARCHAFI Aziz*
- 450. Pr. LMIMOUNI Badreddine*
- 451. Pr. MANSOURI Hamid*
- 452. Pr. NAZIH Naoual
- 453. Pr; OUANASS Abderrazzak
- 454. Pr. SAFI Soumaya*
- 455. Pr. SEKKAT Fatima Zahra
- 456. Pr. SEFIANI Sana
- 457. Pr. SOUALHI Mouna
- 458. Pr. ZAHRAOUI Rachida

Microbiologie
 Radiologie
 Urologie
 Pédiatrie
 Psychiatrie
 Chirurgie – Pédiatrique
 Médecine Interne
 Parasitologie
 Radiothérapie
 O.R.L
 Psychiatrie
 Endocrinologie
 Psychiatrie
 Anatomie Pathologique
 Pneumo-Phtisiologie
 Pneumo-Phtisiologie

ENSEIGNANTS SCIENTIFIQUES
PROFESSEURS

- 1. Pr. ALAMI OUHABI Naima
- 2. Pr. ALAOUI KATIM
- 3. Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma
- 4. Pr. ANSAR M'hammed
- 5. Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz
- 6. Pr. BOURJOUANE Mohamed
- 7. Pr. DRAOUI Mustapha
- 8. Pr. EL GUESSABI Lahcen
- 9. Pr. ETTAIB Abdelkader
- 10. Pr. FAOUZI Moulay El Abbas
- 11. Pr. HMAMOUCHE Mohamed
- 12. Pr. REDHA Ahlam
- 13. Pr. TELLAL Saida*
- 14. Pr. TOUATI Driss
- 15. Pr. ZELLOU Amina

Biochimie
 Pharmacologie
 Histologie – Embryologie
 Chimie Organique et Pharmacie Chimique
 Applications Pharmaceutiques
 Microbiologie
 Chimie Analytique
 Pharmacognosie
 Zootechnie
 Pharmacologie
 Chimie Organique
 Biochimie
 Biochimie
 Pharmacognosie
 Chimie Organique

* *Enseignants Militaires*

Table des matières

<i>INTRODUCTION</i>	1
<i>PARTIE THEORIQUE</i>	2
CHAPITRE I : LA PEAU	3
I. PHYSIOLOGIE CUTANEE.....	3
1.1 L'hypoderme	4
1.2 Le derme.....	5
1.3 L'épiderme	6
1.3.1 La membrane basale.....	8
1.3.2 Le stratum germinativum	8
1.3.3 Le stratum spinosum	9
1.3.4 Le stratum granulosum.....	10
1.3.5 Le stratum lucidum.....	10
1.3.6 Le stratum corneum.....	11
1.4 Les annexes cutanées	12
II. L'ACTIVITE ET LA RÉGULATION DE L'HOMÉOSTASIE ÉPIDERMIQUE	13
III. LA PEAU SECHE.....	17
3.1 Définition	17
3.2 Étiologies et facteurs aggravant	18
CHAPITRE II : L'HYDRATATION CUTANEE	21
I. L'EAU DANS LA PEAU	21
1.1 Eau dermique	21
1.2 Eau épidermique.....	22
1.2.1 Localisation et fonction.....	22
1.2.2 Eau dans la couche cornée.....	23
II. MECANISME DE REGULATION DE L'HYDRATATION	23
2.1 Flux transépidermique.....	24
2.1.1 Le gradient de concentration en eau.....	24
2.1.2 Les lipides du stratum corneum	25
2.2 Capacité de rétention d'eau épidermique	27
CHAPITRE III : MESURE DE L'HYDRATATION CUTANEE	28

I. MESURE DE L'HYDRATATION STATIQUE:	29
1.1 La cornéométrie.....	29
1.2 Les appareils de mesure	31
1.3 Méthodes spectroscopiques.....	36
II. MESURE DE L'HYDRATATION DYNAMIQUE : L'EVAPORIMETRIE.....	38
2.1 Méthode du cylindre ouvert	38
2.2 Méthode du cylindre fermé	40
CHAPITRE IV: RELATION HYDRATATION ET PRODUITS COSMETIQUES	41
I. DÉFINITIONS	41
II. COMPOSITION GENERALE D'UN PRODUIT COSMETIQUE	42
III. LES ACTIFS HYDRATANTS	44
3.1 Les substances hygroscopiques ou « agents hydratants » au sens propre	44
3.1.1 Les humectants	44
3.1.2 Les NMF	46
3.2 Les contre-types des lipides épidermiques.....	47
3.3 Les agents de surface	48
<i>PARTIE PRATIQUE</i>	50
I. MATERIELS	51
1.1 Les produits :	51
1.1.1 Le beurre de karité ou Butyrospermum parkii butter	51
1.1.2 L'huile d'argan ou Argania spinosa oil.....	54
1.2 Les sujets	55
1.3 Le local	56
1.4 Les appareils.....	57
Principe du Cornéomètre®CM825	58
Principe du Tewamètre®TM300	59
II. METHODE.....	60
2.1 La préparation avant l'expérience	61
2.2 L'expérience	62
III. RESULTATS	62
3.1 Le logiciel d'analyse statistique Kaleidagraph	62
3.2 Les hypothèses d'analyse	63
3.3 Les résultats	63
3.3.1 La perte insensible en eau (PIE).....	63

3.3.2 La cornéométrie : Index d'Hydratation (IH).....	67
3.3.3 Conditions opératoires.....	70
IV. ANALYSE ET DISCUSSION.....	72
4.1 Analyse des résultats.....	73
4.1.1 Conditions opératoires.....	73
4.1.2 Analyse de la PIE.....	73
4.1.2.1 Comparaison intra individus : vérification de l'hypothèse1.....	73
4.1.2.2 Comparaison inter individus : vérification de l'hypothèse 2.....	75
4.1.3 Analyse de l'IH.....	76
4.1.3.1 Comparaison intra individus: vérification de l'hypothèse1.....	76
4.1.3.2 Comparaison inter individus : Vérification de l'hypothèse 2.....	77
4.2 Discussion.....	81
<i>CONCLUSION</i>	87
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	89
<i>RESUME</i>	98
<i>SUMMARY</i>	100

Liste des abréviations

AA :acides aminés	MEC: matrice extracellulaire
AHA: alphahydroxyacides	MGL :Niveau Moyen de Gris
APC : acide pyrrolidone carboxylique	NMF: natural moisturizing factors
PAS :periodic acid-schiff	PIE: perte insensible d'eau
ATR-FTIR : Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared ou Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier de réflexion totale atténuée	RH: humidité relative
BK : beurre de karité	SC: stratum corneum
C BK : zone de contrôle perte insensible en eau beurre de karité	SCR : microspectroscopie Raman confocale
CEE : communauté économique européenne	T : température en °C
C HA : zone de contrôle perte insensible en eau huile argan	T BK:zone test perte insensible en eau beurre de karité
C' BK :zone de contrôle index d'hydratation beurre de karité	TEWL: transepidermic water loss
C' HA :zone de contrôle index d'hydratation huile argan	TGF α :transforming growth factor alpha
DHPC dihexanoyl-glycero-phosphocholine	TGF β : transforming growth factor bêta
DMPC : dimyristoyl-glycero- phosphocholine	T HA: zone test perte insensible en eau huile argan
EGF: epidermal growth factor	TNF α : tumor necrosis factor alpha
HA: huile d'argan	VIP: peptide intestinal vasoactif
IH: index d'hydratation	T' BK: zone test index d'hydratationbeurre de karité
GAG : glycoaminoglycanes	T' HA :zone test index d'hydratationhuile argan
	UV : ultra-violet

Liste des figures

Figure 1 La structure de la peau	6
Figure 2 L'ultrastructure de l'épiderme.....	8
Figure 3 Cornéocytes vu au microscope électronique.....	12
Figure 4 La différenciation épidermique.....	16
Figure 5 La peau sèche	18
Figure 6 Diagramme schématique montrant le mécanisme de la PIE et l'eau quittant une glande sudoripare.	24
Figure 7 Principe de la mesure de l'hydratation par conductance électrique	31
Figure 8 Le Skicon-200™.....	32
Figure 9 La NOVA DPM 9003™	32
Figure 10 Le Dermalab®	33
Figure 11 Imagerie par capacitance de deux régions anatomiques de la peau.....	35
Figure 12 Aspect du dos de l'avant-bras d'un sujet âgé avant et après 21 jours d'application d'un hydratant.	35
Figure 13 Le beurre de karité	53
Figure14 Fabrication de l'huile d'argan	55
Figure 15 Le système Multi Probe Adapter de type MPA580 de Khazaka et Courage.....	57
Figure 16 Les enregistrements du cornéomètre	59
Figure17 La sonde Tewamètre	60
Figure18 Un enregistrement de la PIE	60
Figure 19 Mesure de la perte insensible en eau	61
Figure 20 Mesure de l'index d'hydratation.....	61
Figure 21 Variations de la perte insensible en eau: sujet1	64
Figure 22 Variations de la perte insensible en eau: sujet2.....	65
Figure 23 Variation de l'index d'hydratation: sujet1	66
Figure 24 Variation de l'index d'hydratation: sujet2.....	67
Figure 25 Variations de l'humidité relative et de la température ambiante : sujet1.....	69
Figure 26 Variations de l'humidité relative et de la température ambiante: sujet2.....	69
Figure 27 Récapitulatif de l'analyse des résultats de la cinétique de la PIE et de l'IH après application de l'HA et du BK.....	77

Figure 28 Schéma d'explication des perturbations de la PIE après l'application des produits.....	78
Figure 29 Schéma d'explication des perturbations de la PIE après de multiples applications des produits.....	78

Liste des tableaux

Tableau I classification des différents types de peau suivant les résultats obtenus avec le Cornéomètre CM825™.....	34
Tableau II classification de Fitzpatrick modifiée selon Pat hak et al. (1999).....	56
Tableau III effet du BK sur la PIE	64
Tableau IV effet de l'HA sur la PIE	64
Tableau V effet du BK sur l'hydratation	67
Tableau VI effet de l' HA sur l'hydratation	69
Tableau VII moyennes des paramètres l'expérience	70
Tableau VIII variations de l'Humidité Relative (RH) et de la Température.....	70

INTRODUCTION

La peau se définit comme étant l'organe de revêtement extérieur du corps des mammifères¹. Chez l'homme, elle occupe environ 1.8 m² de surface ² et correspond à 16% du poids total du corps^{3;4}. Elle possède dans sa structure trois tissus superposés: l'épiderme, le derme et l'hypoderme. Le derme est le lieu d'insertion des annexes de la peau, représentées par les phanères (poils et ongles), les glandes sébacées et les glandes sudoripares⁵.

La peau possède de nombreuses fonctions impliquées principalement dans le maintien de l'homéostasie de l'organisme, et notamment dans la thermorégulation, la défense contre les agressions extérieures ^{6; 7} et les agents exogènes (pH 4 - 5.5)^{3, 92}. Elle joue également un rôle dans les fonctions sensorielles et métaboliques telles que la synthèse de la vitamine D⁸.

Une dernière fonction et non des moindres, à laquelle nous allons nous intéresser dans ce travail, est la fonction de préservation et de régulation de l'hydratation. C'est autant une composante esthétique et sociale qu'un rôle physiologique primordial⁹. Aussi évalue-t-on l'état de santé de la peau à partir de son degré d'hydratation qui devient le souci majeur des dermatologues et des cosmétologues.

La première partie de notre étude s'attèlera à présenter cette fonction essentielle de l'hydratation aussi bien sur le plan physiologique que sur les méthodes de son évaluation.

La seconde partie se place comme la suite d'un travail déjà entamé à propos de l'effet hydratant de l'huile d'argan et du beurre de Karité. Notre étude présentera la cinétique d'hydratation de la peau après application de ces 2 produits.

PARTIE THEORIQUE

La peau représente un organe doté d'une organisation particulière et fait l'objet de nombreuses études. Ces études sont menées dans le but de mieux comprendre ses fonctions. Pour ce faire, il est important de se munir de pré-requis grâce à une présentation adéquate de la physiologie de la peau. La fonction d'hydratation de la peau trouve donc son sens à travers l'explication de son mécanisme d'action. L'évaluation de cette hydratation est rendue possible par des méthodes diverses et variées.

CHAPITRE I : LA PEAU

I. PHYSIOLOGIE CUTANEE

La peau, en tant qu'organe stratifié a une épaisseur qui varie selon le sexe, l'âge et la région du corps. Elle est plus mince chez les femmes, chez les personnes âgées, au niveau des paupières et des organes génitaux (1 mm). En revanche, elle est plus épaisse au niveau de la zone palmo-plantaires (environ 4 mm)¹.

On trouve de l'intérieur vers l'extérieur l'hypoderme, le derme, et enfin l'épiderme. L'épiderme d'une épaisseur de 0,1 à 1mm, représente l'interface directe entre les conditions environnementales ambiantes et le milieu intérieur⁷. Son rôle le plus évident est celui de barrière pour la protection de l'organisme tout entier. A la surface de l'épiderme sont représentés des orifices assurant la continuité des glandes annexes de la peau (pores, follicules pilosébacés) ancrées dans le derme¹.

La couche la plus superficielle de l'épiderme est le stratum corneum ou couche cornée. Cette strate fait entièrement partie de l'épiderme, lui-même lié au derme, à l'aide de la jonction dermo-épidermique¹⁰. Cette dernière structure d'une épaisseur de 10^{-2} μm suit les papilles de la zone basale de l'épiderme dans le sens de l'intérieur de l'organisme. Elle facilite l'échange derme / épiderme et

joue un rôle important dans les mécanismes de cicatrisation et de migration des kératinocytes basaux⁸.

Le derme (0,3 - 3mm d'épaisseur) peut être considéré comme la couche nourricière de la peau. Il contient non seulement dans sa matrice de l'eau et des protéines mais aussi, des récepteurs sensibles aux variations de pression et de température¹¹. Ces récepteurs sont contrôlés par un réseau microcirculatoire associé à des fibres nerveuses.

Le derme enfin, est solidaire de l'hypoderme. Cette dernière structure est de type cellulo-adipeux. Les septa conjonctifs cloisonnant les lobules adipeux permettent d'effectuer le lien entre le tissu cutané et les structures sous-jacentes⁸. Chaque couche présente une structure très différente dont l'association confère au système entier des propriétés complexes tant sur un point de vue biologique que physique.

1.1 L'hypoderme^{8;1}

L'hypoderme est un tissu cellulo-adipeux sous-cutané d'une épaisseur variant selon les individus et les zones corporelles d'un millimètre (1mm) à plusieurs dizaines. Des septa conjonctifs cloisonnent les lobules graisseux, formés d'adipocytes qui emmagasinent l'énergie. Ces cellules graisseuses sont groupées en un gros amas en forme de coussins. Cette couche constitue une barrière mécanique et thermique vis-à-vis de l'environnement, et une réserve d'énergie pour le corps humain.

1.2 Le derme

Le derme est la structure la plus complexe de la peau. C'est un tissu conjonctif sous-jacent à l'épiderme. Le derme est séparé de l'épiderme par une membrane basale, bien visible sur la coloration PAS (Periodic acid-Schiff) délimitant les papilles dermiques par ses ondulations.¹ Cette structure permet d'augmenter considérablement la surface d'échange dermo-épidermique et de s'adapter à ses étirements.⁸ Cette couche est divisée en deux parties: le derme papillaire (ou superficiel) riche en cellules, et en profondeur le derme réticulaire (ou profond). La limite entre les deux parties n'est pas toujours visible au microscope. Le derme est innervé et très vascularisé et renferme les glandes annexes (glande sudoripares, glandes sébacées et des follicules pileux). Il permet la majorité des fonctions sensorielles de l'individu et possède un rôle majeur dans la thermorégulation de l'organisme par la modification du tonus de la paroi de ses nombreux vaisseaux. Ces derniers participent de plus à la nutrition de l'épiderme qui n'est pas vascularisé. Ses couches sont constituées de fibres de collagène et de fibres élastiques baignant dans une substance fondamentale dite "amorphe". La Matrice Extracellulaire désigne tous les composants matriciels de l'espace extracellulaire de tous les tissus, dont le tissu conjonctif de la peau. Le volume relatif de la matrice extracellulaire dans le derme reflète son rôle assez important. La substance fondamentale est formée d'eau (20 à 40% de l'eau totale du corps), de sels minéraux et de macromolécules tels que les glycosaminoglycanes et les glycoprotéines de structure.

Le collagène, l'élastine, la substance fondamentale et les glycoprotéines de la MEC sont synthétisés par les fibroblastes : cellules fusiformes présentes dans le derme. A côté, les cellules migratrices : leucocytes, mastocytes, macrophages sont impliquées dans les mécanismes de défense et de réponse immunitaire.

Enfin, le derme participe à l'hydratation cutanée grâce aux GAG, protéines hydrophiles.

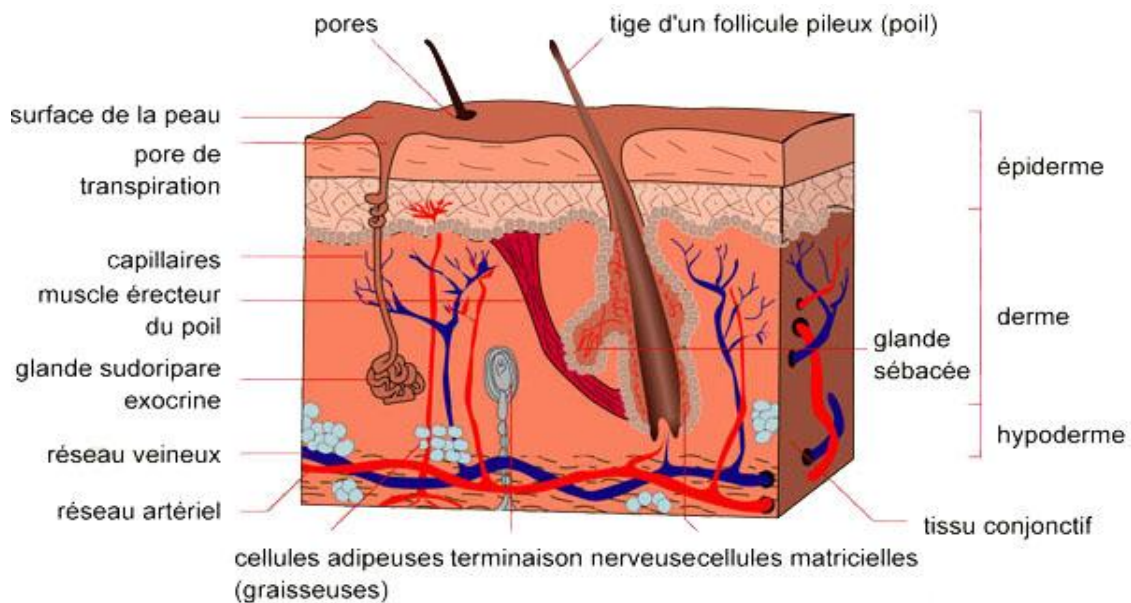


Figure 1 La structure de la peau

1.3 L'épiderme

L'épiderme – du grec *epi* : "sur" et *derma* : "peau" est la couche la plus superficielle de la peau. Il est constitué d'un épithélium pavimenteux, stratifié et kératinisé et mesure en moyenne 0,1mm d'épaisseur. Il est constitué de quatre populations cellulaires différentes: les kératinocytes, les mélanocytes, les cellules de Langerhans et les cellules de Merkel¹.

Cellules de l'épiderme

- Les Kératinocytes (du grec *kéras*, corne) sont les cellules les plus abondantes, environ 80% de la population cellulaire de l'épiderme. Leur principale caractéristique est leur capacité à se différencier en fabriquant de la kératine selon un processus appelé kératinisation¹². La kératine est une protéine de structure dont la nature fibreuse confère à l'épiderme sa fonction de protection¹³.

- Les mélanocytes (du grec melas, noir) sont des cellules capables de synthétiser la mélanine localisée dans des granules appelés mélanosomes³. La mélanine possède la propriété d'absorption des rayons UV du soleil qui n'ont pas été réfléchis par la surface de la peau. Elle absorbe les rayonnements de 200 à 2000 nm, et protège ainsi les cellules et leurs organites vitaux¹.
- Seules les cellules de Langerhans localisées au niveau de l'épiderme appartiennent au système immunitaire. Ces cellules ressemblent à la famille des cellules dendritiques, et remplissent le rôle de sentinelle au niveau de l'épiderme. Elles jouent un rôle dans l'immunité non-spécifique par présentation d'antigène phagocyté aux lymphocytes T au niveau des ganglions lymphatiques¹⁴.
- Les cellules de Merkel: sont des cellules neuroendocrines. Elles sont impliquées dans le tact et produisent des substances neuroactives telles que le VIP, la substance P, la somatostatine et la sérotonine. Ces molécules permettent probablement l'échange d'informations avec les neurones adjacents¹⁵.

L'épiderme s'organise en cinq couches différentes. À ce niveau a lieu la migration cellulaire à partir de la jonction dermo-épidermique jusqu'à la surface cutanée, des kératinocytes vivants pour former les cornéocytes : cellules mortes et anucléées. La transformation s'effectue successivement au travers des stratum germinativum, spinosum, granulosum, lucidum, et corneum.

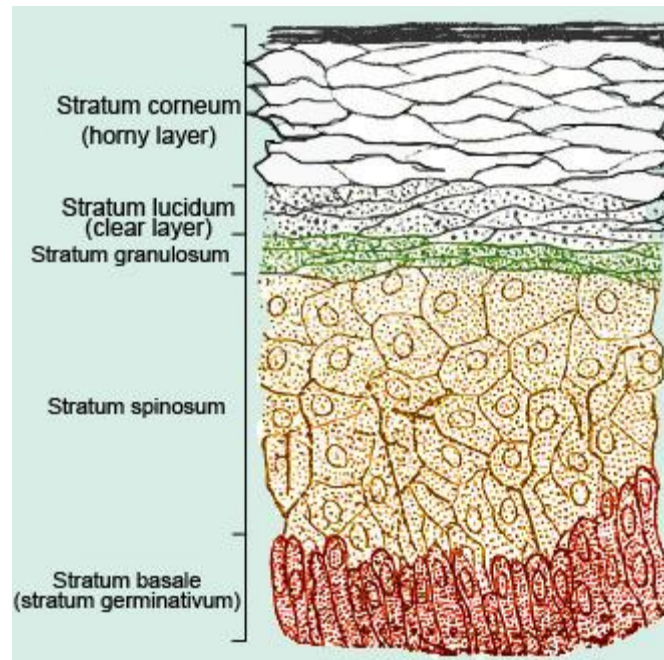


Figure 2 L'ultrastructure de l'épiderme

1.3.1 La membrane basale⁸

La membrane basale est une couche continue intercalée entre les cellules de la couche basale et le derme. Elle assure la jonction dermo-épidermique. Elle joue un rôle très important dans l'intégrité de l'épiderme. Elle contient des fibres de réticuline formées de collagène de type I et III. La membrane basale du côté de l'épiderme, repose sur une zone fibreuse. Sur sa face dermique, elle est déprimée par les papilles munies de petits prolongements cytoplasmiques formant des pédicelles d'insertion qui font des kératinocytes basaux des cellules d'ancrage.

1.3.2 Le stratum germinativum

Le stratum germinativum, ou couche basale, est la couche la plus profonde et la plus complexe de l'épiderme. Elle contient des kératinocytes et des mélanocytes et repose sur la membrane basale à l'interface du derme. Ses kératinocytes, de forme cylindrique et perpendiculaire aux papilles dermiques, forment une

couche monocellulaire. Au cours de la différenciation cellulaire, ils migrent de la couche basale vers les couches supérieures assurant ainsi le renouvellement intégral de l'épiderme toutes les quatre semaines en moyenne. Le nombre de cellules germinatives dépend de leur activité mitotique intense. En effet, ces kératinocytes se divisent activement, chacun donnant naissance à deux cellules filles identiques. L'une des cellules filles reste sur place pour se diviser à nouveau alors que l'autre peut suivre trois voies distinctes: rester quiescente, être rapidement éliminée par apoptose ou, pour la plupart d'entre elles, s'engager dans un processus de différenciation afin de reconstituer les couches suprabasales de l'épiderme.

Comme la plupart des cellules, les kératinocytes sont reliés par des jonctions de types gap, canaux transmembranaires formés de molécules de connexines, qui permettent des échanges directs entre les cellules. La communication par ces jonctions joue un rôle essentiel dans le contrôle de l'homéostasie kératinocytaire, et dans l'apport de nutriments à l'épiderme.

Les mélanocytes assurent la synthèse de la mélanine qui absorbe le rayonnement solaire et joue ainsi un rôle photoprotecteur. De plus, le contenu cytoplasmique des kératinocytes de la couche basale est marqué par la présence de mélanosomes synthétisés par les mélanocytes voisins. Ces organites migrent dans les kératinocytes pour se concentrer autour du noyau le protégeant ainsi en partie contre les rayonnements UV.

1.3.3 Le stratum spinosum¹

Le stratum spinosum ou couche épineuse est composé de cinq à dix rangées de cellules cuboïdales qui s'aplatissent à leur arrivée dans les régions les plus superficielles. Ces cellules sont pourvues d'un gros noyau possédant souvent deux nucléoles. On y trouve de nombreux ribosomes impliqués dans la fabrication de la kératine. Cette couche doit son nom aux nombreux

desmosomes liant les cellules entre elles. Ces liaisons particulières associées à de nombreux tonofilaments confèrent une grande résistance mécanique à l'ensemble de l'épiderme. Le grand nombre de desmosomes donne une allure épineuse aux cellules qui en sont liées en observation histologique¹⁶.

1.3.4 Le stratum granulosum

Le stratum granulosum, ou couche granuleuse, est formé de une à cinq couches de kératinocytes aplatis et nucléés. Le noyau cellulaire est ovale et dense, dont la chromatine se raréfie de la même manière que les organites cellulaires. Au niveau du cytoplasme des kératinocytes, on trouve deux sortes de granulations: les premières sont des granulations de kératohyaline, volumineuses et basophiles, les secondes, plus petites, appelées kératinosomes ou corps lamellaires d'Odland. Les grains de kératohyaline contiennent eux-mêmes un précurseur de la filaggrine. La transformation en filaggrine a lieu lors de la transition morphologique de la cellule granuleuse vers la cellule cornée. La filaggrine constitue une protéine insoluble qui s'agrège aux filaments de kératine au cours du processus de kératinisation. Elle finit par disparaître dans la couche cornée. Par ailleurs les grains de kératohyaline peuvent être chargés d'autres protéines telles que la loricrine et l'involucrine. Ce sont des précurseurs de synthèse de l'enveloppe des kératinocytes de la couche granuleuse.

Les kératinosomes quant à eux migrent vers la périphérie de la cellule, fusionnent avec la membrane plasmique et déversent leur contenu dans l'espace extracellulaire. Il s'agit de lipides qui vont jouer un rôle de ciment intercellulaire pour consolider, avec les desmosomes, les adhésions cellulaires dans le SC.

1.3.5 Le stratum lucidum

Le stratum lucidum est une couche singulière. Elle est composée de deux à trois épaisseurs de couches de cellules mortes, et n'est visible qu'aux paumes et

plantes. Elle contient une substance nommée l'éléidine, qui se transforme en kératine au cours de la migration de ces cellules vers le SC.

1.3.6 Le stratum corneum

La fonction barrière de l'épiderme, contre les agressions de l'organisme, est essentiellement assurée par le SC. Il est composé à hauteur de 75% de cellules totalement kératinisées et anucléées : les cornéocytes. Ces derniers sont disposés en un empilement de cellules pentagonales ou hexagonales étroitement soudées entre elles. La couche cornée est en régénération permanente, et le cycle de renouvellement complet se déroule en moyenne en 4 semaines.

Les kératinocytes naissent au niveau de la couche la plus profonde de l'épiderme (la couche basale), et migrent à la surface en se différenciant. La différenciation des kératinocytes se fait de façon centrifuge, au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de la jonction dermo-épidermique. Ces cellules épithéliales se chargent de kératine pour se transformer en kératinocytes cornés (cornéocytes). Ces derniers sont caractérisés par un cytoplasme rempli de tonofilaments et un feuillet interne épaissi¹⁶.

Chaque jour une nouvelle strate de cornéocytes apparaît à la jonction épidermique. En contrepartie, la couche superficielle desquame afin de conserver un empilement de 10 à 30 couches de cellules. L'épaisseur rémanente varie en général entre 10µm et 20µm, sauf aux plantes, paumes et zones soumises à un frottement régulier, pour lesquelles elle peut être dix fois plus importante. Le SC est une couche morte nécessaire à la vie en raison de ses propriétés de barrières chimique, microbienne, mécanique, thermique et de ses capacités hygrométriques.

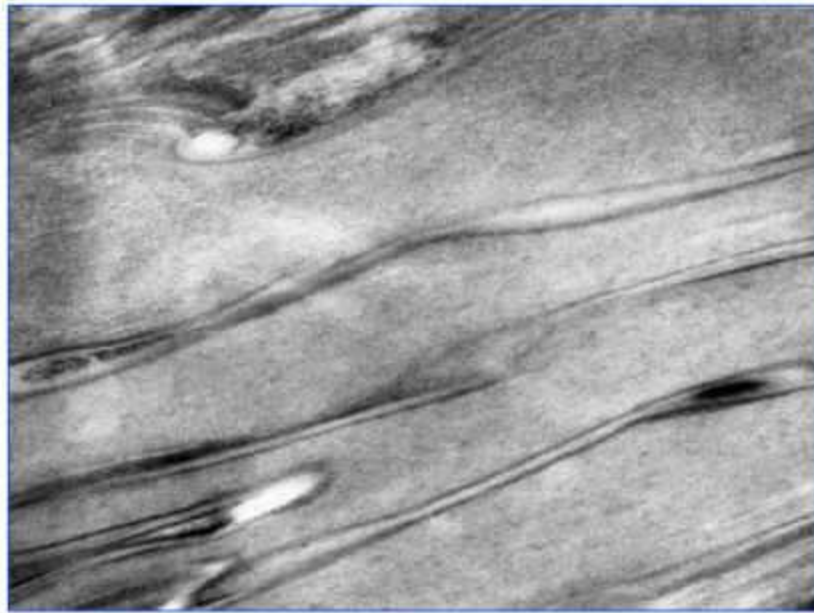


Figure 3 Cornéocytes vu au microscope électronique

1.4 Les annexes cutanées ¹

Les Glandes sudoripares renferment deux types de glandes: les glandes acrines, très nombreuses (100 à 200/cm²), fonctionnelles dès la naissance, elles produisent la plus grande partie de la sécrétion sudoripare. Ces glandes exocrines sont situées au niveau du derme profond ou à la limite dermo-hypodermique, et elles présentent une ouverture au niveau de la surface, contrairement aux glandes apocrines qui s'ouvrent au niveau du follicule pileux. Ces dernières sont localisées au niveau des aisselles des régions génitales, ainsi qu'au niveau du visage. Le nombre et l'activité de toutes les glandes sudoripares diminuent avec l'âge.

Les glandes sébacées sont localisées au niveau du derme moyen. Elles sont associées aux follicules pileux (50 à 100/cm²), sauf au niveau des régions spécialisées (aréole du sein, lèvres), où elles se rencontrent à la surface cutanée. Leurs tailles et leurs densités varient en fonction de leur localisation cutanée.

Associé aux précédentes glandes, le follicule pileux avec sa structure constituée de cinq couches cylindriques et concentriques de cellules épithéliales permet la croissance du poil. Ce dernier est une structure kératinisée propre aux mammifères.

II. L'ACTIVITE ET LA RÉGULATION DE L'HOMÉOSTASIE ÉPIDERMIQUE

La peau et les différentes couches qui la composent, remplissent des fonctions aussi multiples qu'essentielles au bon fonctionnement de l'organisme. Les fonctions des différentes strates de la peau notamment celles de l'épiderme découlent directement de l'activité des cellules qui le constituent. Les kératinocytes en tant que cellules initiales de l'épiderme sont représentés à tous les niveaux sous différents aspects. La différenciation cellulaire est marquée par la perte progressive d'organites et du noyau cytoplasmique des kératinocytes¹⁶. Le temps de transit d'un kératinocyte à travers la couche cornée est d'environ 14 jours.

Ce processus aboutit à la naissance des cornéocytes: cellules fondamentales du SC¹⁷. La couche cornée est donc la structure clé du fonctionnement de l'épiderme¹⁸.

Le cornéocyte est rempli de kératine qui se présente sous forme de faisceaux de filaments enrobés dans une matrice dense inter-filamenteuse amorphe¹³. Les cellules kératinisées étroitement soudées du stratum compactum assurent la fonction barrière de l'épiderme. La cohésion intercornéocytaire est maintenue par les cornéodesmosomes (desmosomes à structures très simplifiées)¹⁹. Les desmosomes sont des structures d'adhésion cellulaire essentiellement constituées de glycoprotéines. On trouve dans les cornéodesmosomes des protéines spécifiques comme la cornéodesmosine³. Cette zone est surmontée par une couche desquamante ou stratum disjonctum qui se trouve en surface.À

ce niveau les cellules cornées subissent la desquamation. L'ensemble de ces couches épidermiques se renouvelle entièrement au bout de 30 à 45 jours suivant le stress imposé²⁰. Le turn-over est tout d'abord précédé par un renouvellement des cellules germinatives, puis une migration des cellules à travers l'épaisseur de l'épiderme.

De nombreuses molécules, sécrétées localement ou circulantes, sont impliquées dans le contrôle de la balance prolifération / différenciation épidermique¹.

Cette régulation fait appel en grande partie aux facteurs de croissance²¹. Il a été montré que les kératinocytes produisent des facteurs de croissance qui peuvent agir localement en activant ou en bloquant les mitoses et en régulant les programmes de différenciation. Ainsi le facteur EGF et le TGF α stimulent la prolifération et la migration des kératinocytes, notamment des kératinocytes basaux. Alors que le TGF β inhibe la prolifération cellulaire et assure ainsi la sortie des kératinocytes du cycle cellulaire. Cette première étape est indispensable à leur entrée dans le processus de différenciation. Ce rôle est partagé par le TNF α , qui inhibe aussi la prolifération kératinocytaire et stimule la différenciation. Ceci est bien visible lors des altérations de la barrière cornée où la concentration en TNF α augmente brutalement, permettant ainsi d'induire un phénomène de réparation cornéocytaire rapide.

D'autres éléments interviennent aussi dans cette homéostasie, notamment les ions et les oligoéléments.

Ainsi le calcium intervient dans la différenciation des kératinocytes. In vivo, on constate l'existence d'un gradient calcique croissant depuis les couches basales vers les couches superficielles de l'épiderme²². D'autres oligo-éléments (zinc, cuivre, manganèse...), jouent un rôle anti-radicalaire et par conséquent participent à l'élimination des radicaux libres qui favorisent le vieillissement et la carcinogenèse. Le zinc a un rôle anti-inflammatoire sur les kératinocytes et il

favorise leur prolifération et leur différenciation²³. Le cuivre intervient dans la synthèse de la kératine.

De la même manière, les vitamines telles que la vitamine A qui stimule la division mitotique ou encore la vitamine D qui inhibe la prolifération des kératinocytes et induit leur différenciation en stimulant la synthèse de kératines et l'activité transglutaminase.

Les kératines (ou cytokératines) appartiennent à une famille de protéines fibreuses à structure α -hélicoïdale. Il s'agit de dimères à six chaînes polypeptidiques s'organisant pour former des filaments de 8 nm de diamètre. Il existe vingt formes distinctes de kératine dans l'épithélium humain et dix autres dans les cheveux et les ongles.

Les cellules du stratum corneum contiennent de la β -kératine, structure qui lui confère sa rigidité²⁴. La β -kératine permet également de conserver l'hydratation du SC garante du bon fonctionnement de la peau dans son ensemble.

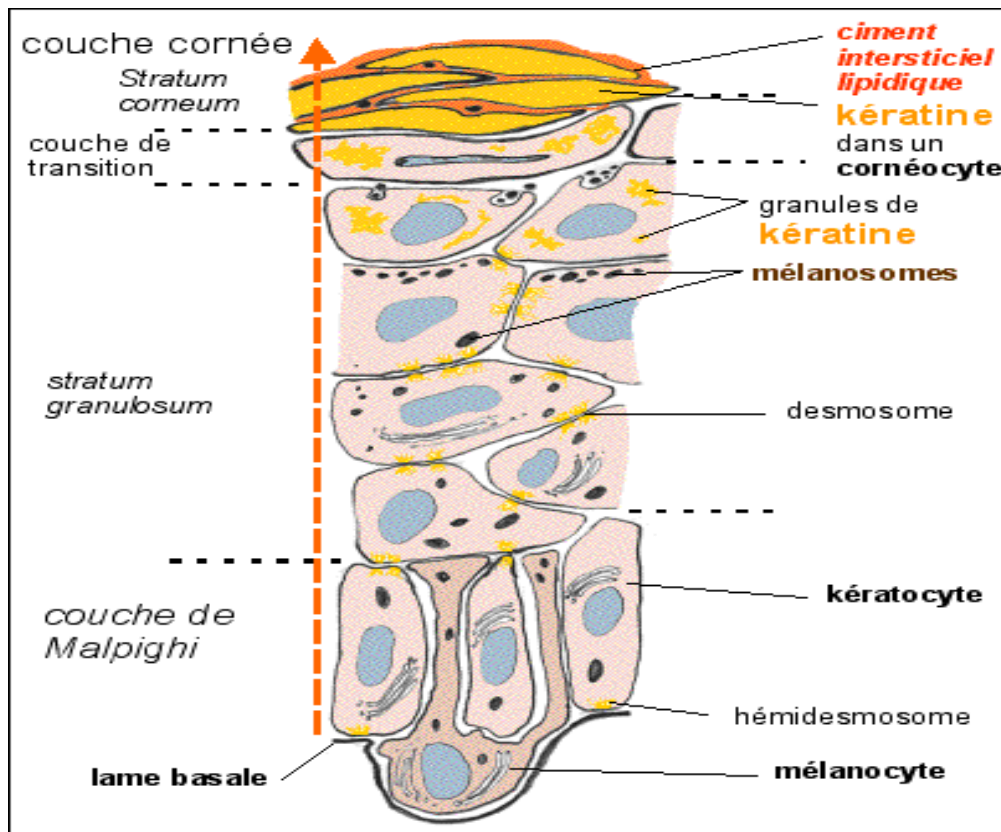


Figure 4 La différenciation épidermique

La peau doit la majeure partie des propriétés qui lui sont attribuées à la couche cornée. La protection mécanique est une propriété assurée en premier lieu par la couche cornée, et ses cellules mortes, engorgées de kératines qui, en desquamant permettent une réduction des microorganismes de la surface de la peau. Ceci est amélioré par un film lipidique, sécrété par les glandes sébacées (avec les glandes sudoripares). Ainsi, ce film qui tapisse la surface de la peau, permet de contrôler les microorganismes cutanés.

Cette couche cornée joue également un rôle de barrière imperméable. Dans un premier temps, elle s'oppose à l'infiltration de certaines substances de l'environnement vers le milieu interne. Cette imperméabilité est possible grâce à la kératine et à la structure compactée de ses cellules jointes entre elles par l'intermédiaire des lipides sécrétés dans le milieu extracellulaire.

L'imperméabilité n'est pas parfaite car elle laisse passer d'autres substances. Et dans un deuxième temps, elle s'oppose à la déshydratation du corps par perte d'eau à travers la peau.

III. LA PEAU SECHE

3.1 Définition

Le terme de « peau sèche » ou xérose de façon générale ramène à des notions de confort, bien-être, et santé. Ainsi la peau sèche qu'elle soit pathologique ou non fait intervenir un certain nombre de symptômes relativement gênants et inconfortables. Il n'existe pas de définition précise de la peau sèche toutefois cet état peut être caractérisé du point de vue histologique, biochimique, immunologique, biométabolique et clinique. Les signes cliniques associés sont : une peau rêche, rugueuse et en dehors des zones riches en sébum²⁵. Elle est souvent squameuse donnant un aspect blanchâtre et en fonction de l'intensité du symptôme elle peut être enflammée ou présente des tiraillements de la peau accompagnés ou non d'un prurit^{26; 27}. La couche cornée, moins flexible, tend à se fissurer, diminuant ainsi la fonction barrière. Du point de vue biologique une peau sèche se caractérise par une augmentation du poids sec du stratum corneum, une élévation de l'épaisseur du stratum corneum sans aucune variation d'épaisseur de la couche nucléée de l'épiderme et la présence insolite de desmosomes sur la bordure et dans les couches externes du stratum corneum²⁸.



Figure 5 La peau sèche

3.2 Étiologies et facteurs aggravant

Ses étiologies sont soit pathologiques : les sujets atteints de dermatite atopique, xérodermie, stéatose, ichtyose, eczéma craquelé, psoriasis, syndromes carenciels, insuffisance rénale²⁹ présentent le symptôme de la peau sèche. Elle est aussi induite par les conditions environnementales à savoir l'hiver, l'humidité réduite, la climatisation. L'exposition aux détergents,^{30; 31} très fréquente dans certaines professions comme les soins médicaux, le ménage ou les métiers manuels, donne à la peau un aspect déshydraté. La sécheresse cutanée est plus marquée avec la vieillesse au cours de laquelle l'activité épidermique est réduite³².

Dans les conditions homéostatiques, l'épaisseur du SC ne varie pas du fait d'un équilibre existant entre l'activité mitotique au sein de l'épiderme et la desquamation. Le renouvellement de la peau implique en amont de la différenciation kératinocytaire, la fonction de desquamation des cellules du

SC (la perte des cornéocytes). En effet, les cornéocytes de la surface de la couche cornée (stratum disjunctum) y sont exfoliés après intervention d'enzymes. Ces enzymes spécifiques que sont les protéases (kallikréine trypsine-like du SC, kallikréine chymotrypsine-like du SC, protéase à sérine tryptase-like du SC, urokinase et plasmine à sérine) digèrent les cornéodesmosomes³³. La dégradation des desmosomes est marquée par la diminution de desmogleine-I. Cette dégradation diminue avec de l'humidité relative du milieu^{34,35}. Toutefois l'on ne peut attribuer le processus de desquamation qu'à la seule dissolution des desmosomes par les protéases³⁶. D'autres mécanismes sont impliqués au cours de ce processus et font intervenir des glucosidases,³⁷ des enzymes protéolytiques de la filaggrine ou encore celles du métabolisme des lipides intercornéocytaires³⁸. Le processus de desquamation de la couche cornée confère à la peau ses propriétés de surface. La sévérité du syndrome de la peau sèche s'accompagne d'une réduction du taux d'exfoliation des kératinocytes²⁹. L'aspect de la peau sèche est lié à des modifications faisant intervenir des mécanismes tels que : des désordres de la cohésion des cornéocytes, des troubles de la kératinisation ou de la fixation de l'eau par le stratum corneum, ou une désorganisation des bicouches lipidiques intercornéocytaires.

Le terme « sec » implique par déduction un lien avec l'eau. La peau sèche n'est cependant pas forcément associée à un état de déshydratation. Toutefois, l'effet pharmacologique d'un apport d'eau semble-t-il être à même de pallier aux symptômes de la peau sèche. Lors d'une hydratation conséquente, son volume peut tripler et ses caractéristiques mécaniques être modifiées de manière très importante².

L'apparition de la sécheresse cutanée est sous la dépendance de facteurs tels que :

- Les apports hydriques à l'organisme qui constituent la source d'hydratation la plus évidente.

- Le degré de perte physiologique d'eau qui se fait naturellement par des phénomènes comme la desquamation ou encore la transpiration.
- L'hygrométrie ambiante.

Les facteurs aggravant la symptomatologie de la peau sèche peuvent être :

- Les climats chauds et secs
- Le vent
- Le soleil
- Le chauffage l'hiver qui diminue davantage l'humidité ambiante
- Les bains fréquents dans une eau chaude car elle dissout les substances grasses de la surface de la peau.
- La natation en eau chlorée
- Les contacts fréquents avec les savons et les produits nettoyant ménagers, les produits de maquillage, les parfums alcoolisés
- L'alcool par son effet diurétique
- Les médicaments diurétiques ou antihistaminiques
- Les hypothyroïdies
- Les carences alimentaires

La connaissance de l'hydratation de la peau lors d'une expérimentation est par conséquent, absolument nécessaire à une bonne interprétation des résultats. L'on ne peut donc parler de peau sèche sans se référer au degré d'hydratation de la peau.

CHAPITRE II : L'HYDRATATION CUTANEE

Le degré d'hydratation est le niveau d'eau contenu dans un tissu. L'eau, élément vital de tout organisme vivant, est un composant essentiel de la peau. Elle représente environ 70% du poids de l'ensemble de la peau³⁹. Dans notre étude nous nous attarderons plus sur l'hydratation de la couche superficielle de l'épiderme. Cette couche cornée qui représente la cible des produits cosmétiques tant dans un but de protection que d'embellissement.

I. L'EAU DANS LA PEAU

L'eau dans la peau représente environ 10% du poids corporel. Elle est présente de façon relative dans les différents compartiments de la peau. Au niveau de l'épiderme elle atteint 120ml avec seulement 20ml répartis dans le SC. Il existe un gradient décroissant d'hydratation de la profondeur à la surface ce qui favorise la circulation libre à travers le tissu cutané. L'eau peut aussi ne pas être en mouvement tout en étant perceptible que par les effets pharmacologiques dus à sa présence. On distingue deux types d'eau en fonction de leur nature et de leur localisation.

1.1 Eau dermique⁴⁰

C'est une eau essentiellement « non mobilisable ». Elle est en effet liée solidement aux macromolécules protéiques dermiques par des liaisons covalentes. Dans ce cas, elle fait donc partie de la structure chimique de ces molécules. Parmi elles, les mucopolysaccharides, les GAG sont les éléments constitutifs principaux de la substance fondamentale au sein de laquelle baignent fibres protéiques et cellules. Parmi les GAG, le plus important, l'acide hyaluronique, peut ainsi fixer 300 à 500 mL d'eau pour 1 g.

Les mouvements de l'eau dermique sont, de ce fait, peu importants en conditions physiologiques. Parler d' «hydratation cutanée» revient alors à étudier la partie «mobilisable» de l'eau cutanée, c'est-à-dire celle que les éponges dermiques n'ont pas retenue et qui est libre, capable de se déplacer. Elle seule peut alimenter l'épiderme selon un gradient de concentration puisque ce dernier n'est pas vascularisé.

1.2 Eau épidermique

Son rôle est fondamental pour les fonctions métaboliques du kératinocyte. En effet, bien plus qu'un facteur plastifiant, ¹⁷l'eau est un élément se trouvant au cœur des fonctions épidermiques. L'hydratation et le processus de kératinisation sont indissociables et dépendent de la présence de l'eau.

1.2.1 Localisation et fonction

Se déplaçant par diffusion de façon régulière et continue vers la surface, l'eau libre, arrive dans l'épiderme, et y imbibe successivement les différentes couches jusqu'au SC. Bien que cette couche soit généralement moins hydratée que les autres, elle est sujette à des taux d'absorption considérables². La teneur en eau des kératinocytes varie ainsi tout au long de l'épaisseur épidermique de 65 à 70 % pour les cellules basales, à 10 à 13 % pour un cornéocyte. Dans l'exécution de sa fonction de protection, la peau constitue une véritable « barrière » très spécifique grâce à la couche cornée comparable à un mur⁴¹ et grâce au film protecteur hydrolipidique.

1.2.2 Eau dans la couche cornée

La couche cornée apparaît comme à un « mur de briques » où les cornéocytes correspondent aux briques consolidées par un ciment lipidique, véritable « mortier » entre les cornéocytes. Ces deux entités représentent les éléments régulateurs de la teneur en eau dans le SC.

Les cornéocytes du stratum compactum où s'exerce effectivement la fonction barrière de l'épiderme sont chargés en kératine, protéine fibreuse dont les filaments forment une trame dense, sorte de squelette cellulaire. Ses qualités biomécaniques d'extensibilité, de souplesse et de résistance aux agressions sont dues aux liaisons établies entre les fibres de kératine et l'eau³. « Plastifiant » des cornéocytes, l'eau se lie en effet aux filaments grâce à un ensemble de composants : les NMF (naturalmoisturizing factorsou facteurs naturels d'hydratation). Ceux-ci offrent des sites de fixation pour H₂O et établissent de véritables ponts entre la kératine et l'eau²⁹.

Des teneurs importantes d'eau stimulent l'activité enzymatique dans le SC^{2;33}.

II. MECANISME DE REGULATION DE L'HYDRATATION

La régulation de l'hydratation épidermique s'opère selon 2 systèmes. L'un, « dynamique », prend en compte tous les mouvements de l'eau, notamment les déplacements de celle-ci de la profondeur (derme) vers la surface. On parle ainsi de « flux transépidermique », mesurable à partir de la quantité d'eau qui s'évapore passivement à la surface, dénommée PIE (perte insensible d'eau ou TEWL : TransEpidermic Water Loss)²⁶. L'autre, « statique », vise à maintenir une certaine quantité d'eau dans l'épiderme et plus spécifiquement dans les cellules cornées. C'est la capacité de rétention d'eau épidermique.

2.1 Flux transépidermique

2.1.1 Le gradient de concentration en eau

En provenance du derme, l'eau doit tout d'abord transiter à travers tout l'épiderme vivant avant d'atteindre la couche cornée.

Cette diffusion de l'eau s'effectue par l'intermédiaire des membranes cellulaires des kératinocytes. Celles-ci, constituées d'un double feuillet de phospholipides, jouent un rôle de membranes semi-perméables que l'eau traverse par un phénomène osmotique. La vitesse de transport de l'eau dépend donc de l'état de ces membranes. A côté des membranes des kératinocytes, la présence d'aquaglycéroporines au sein de ces cellules favorise le transport de l'eau et du glycérol depuis le derme jusqu'aux couches basales de l'épiderme⁴².

Au cours du déplacement, l'imbibition des différentes couches kératinocytaires retient eau et métabolites, faisant passer de 80 à 15 % le taux d'hydratation des cellules lorsque l'eau arrive en profondeur de la couche cornée. À ce niveau, le flux transépidermique passe sous contrôle des constituants de la couche cornée et notamment des lipides intercellulaires et sus-épidermiques²⁶.

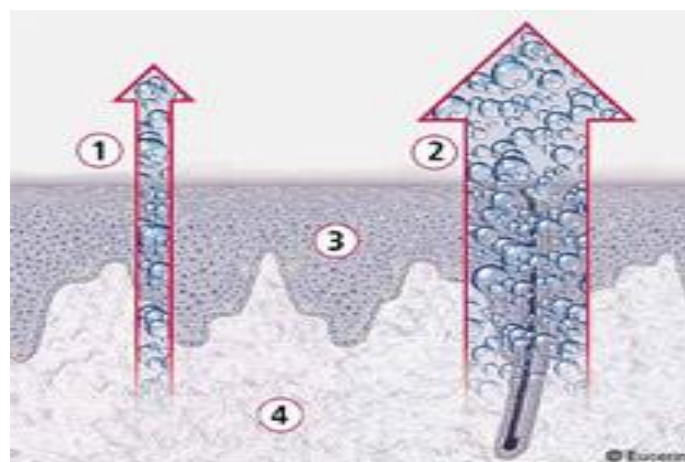


Figure 6 Diagramme schématisant le mécanisme de la PIE et l'eau quittant une glande sudoripare.

1 : PIE 2 : transpiration 3 : épiderme 4 : derme

2.1.2 Les lipides du stratum corneum

Les lipides du ciment épidermique sont constitués de céramides, acides gras libres et cholestérol^{43; 44}.

Synthétisés par les kératinocytes des couches de Malpighi et granuleuses, ces lipides sont stockés pour la plupart au sein d'organites spécifiques : les corps d'Odland ou kératinosomes⁴⁵. Les lipides s'organisent en bicouches au sein de ces « corps lamellaires », ils sont déversés, avec les enzymes hydrolytiques, au-dessus de la couche granuleuse dans les espaces intercellulaires. Il a été démontré que cette exocytose¹⁷ est contrôlée par la présence d'ions Ca^{++} et K^+ , dont la concentration est déterminante⁴⁰.

Une fois libérés, les lipides des corps d'Odland forment des films continus superposés les uns au-dessus des autres. Ces lipides servent à combler les espaces intercornéocytaires. La différenciation terminale des kératinocytes est marquée par la substitution des lipides membranaires par une enveloppe protéique issue de l'involucrine (dans le cytoplasme) et de la loricine (dans l'espace intercornéocytair)³. L'ensemble de ces processus garantit l'intégrité de la couche cornée.

De l'organisation précise et ordonnée de ces lipides découle leurs propriétés. Les lipides extracellulaires possèdent une organisation lamellaire selon un motif à 130Å (distance de répétition de la phase lamellaire). Cette distance de répétition correspond à la longueur du motif qui se répète dans une phase à organisation unidimensionnelle c'est-à-dire une succession de couches dans une direction unique. Nous nous contenterons dans notre étude de n'évoquer que le modèle sandwich dans lequel, la présence de céramide se trouve indispensable à la structure des lamellae à 130Å. Notons également que dans ce modèle, la phase lipidique extracellulaire n'est pas uniforme. Elle consiste d'une part en une phase cristalline (arrangement latéral orthorhombique) où les chaînes grasses

sont figées en configuration Trans. Cette phase domine dans le SC du corps humain⁴⁶. D'autre part, il existe une phase fluide (arrangement latéral hexagonal) où les chaînes sont fondues et soumises à une configuration gauche-Trans⁴⁷. Cette dernière structure rend la lamellae pénétrable.

Les céramides sont les principaux lipides du SC (dont il existe sept types). Il existe une synergie d'action entre les céramides de type 1 et 3 dans l'augmentation de la teneur en eau de la peau⁴⁸. Cette synergie d'action des céramides 1 et 3 n'est rendue possible que par la présence du cholestérol et des acides gras libres. Les céramides sont des molécules complexes qui, bien qu'insolubles dans l'eau, possèdent un pôle lipophile et un pôle hydrophile (elles sont dites « amphiphiles ») permettant des zones de passage de l'eau dans les profondeurs de la couche cornée. L'eau poursuit son ascension à travers cette mosaïque lipidique jusqu'aux niveaux les plus externes du SC. L'on comprend donc que la densité des lipides, la longueur des chaînes lipophiles, leur agencement, soient autant de facteurs de régulation du flux transépidermique. Une diminution de la quantité de lipides du SC serait la cause d'une sécheresse cutanée ou encore de la détérioration de la fonction barrière⁴⁸.

Autres lipides contrôlant le flux transépidermique, les lipides sus-épidermiques interviennent en phase finale du transport de l'eau. Ils sont issus de la sécrétion sébacée et font partie des composants du film hydrolipidique. Il s'agit principalement de glycérides et d'acides gras libres (70 %) ainsi que de squalènes, cires et hydrocarbures. Leur rôle s'exerce en association avec la fraction hydrosoluble du film hydrolipidique, c'est-à-dire les composants de la sueur : eau, composés ioniques (sodium surtout), substances organiques azotées, AA libres...

Le film hydrolipidique constitue une émulsion qui s'oppose non seulement aux excès d'humidification mais également de dessiccation. Il permet à la peau de résister aux agressions externes, en particulier celles liées aux facteurs

climatiques (humidité, température). La régulation du flux transépidermique est donc dominée par les lipides, qu'il s'agisse des lipides membranaires, intercellulaires des cornéocytes ou des lipides sus-épidermiques.

L'hydratation de la peau ne peut donc se faire qu'en tenant de l'impact des lipides.

2.2 Capacité de rétention d'eau épidermique

À côté de l'eau en mouvement qui « circule » se trouve l'eau « statique » ou retenue dans les cellules. Il s'agit tout d'abord de l'eau qui s'est « arrêtée » dans les kératinocytes de l'épiderme vivant au cours de son ascension vers la couche cornée. Il s'agit ensuite et surtout de la quantité d'eau présente dans les cornéocytes pour plastifier la kératine et lui conférer ses propriétés. Les cornéocytes constituent en effet un réservoir d'eau dans le SC grâce à l'intervention des NMF⁴⁰.

Ces composants sont issus de la matrice du cornéocyte, et plus spécifiquement d'une protéine: la filaggrine. Cette dernière est élaborée à partir d'un précurseur : la profilaggrine, au sein d'organites présents dans les cellules granuleuses (les grains de kératohyaline). La filaggrine permet tout d'abord l'agrégation des filaments intermédiaires de kératine, puis, elle est dégradée par des protéases pour former les NMF. Ces derniers modulent la rétention hydrique en fonction de l'humidité atmosphérique²⁹.

Ce mélange de substances hygroscopiques possède une composition riche en AA : 40 % sous forme libre, dont 20 à 30 % de sérine, 9 à 16 % de citrulline, les autres AA étant à plus faible taux. On y trouve également des sels d'alphahydroxyacides (lactates ; citrates), de l'urée et 11 % d'acide pyrrolidone carboxylique³. Formé à partir de l'acide glutamique sous l'action d'une enzyme spécifique, on peut trouver l'APC à fort pouvoir hygroscopique sous forme de

sel de sodium ou de potassium. Les lactates et le potassium agissent à la fois sur l'hydratation, le pH et la rigidité du SC. A côté, on compte également le glycérol et l'acide hyaluronique. Enfin, une fraction « sucre » (3,5 %) vient compléter l'ensemble en plus des sels minéraux⁴⁹.

Tous ces composants n'ont donc pas les mêmes pouvoirs de fixation de l'eau et agissent tantôt par eux-mêmes, tantôt en modifiant la structure des molécules qui les entourent ou la pression osmotique⁵⁰. Les concentrations des différents NMF ne sont pas constantes à travers le SC et les variations engendrées dépendent plus du composé impliqué. De fortes teneurs en NMF génèrent une importante force osmotique qui favorise la circulation de l'eau selon un gradient osmotique milieu intérieur vers milieu extérieur.

En ce qui concerne la fraction sucre, celle-ci pourrait jouer un rôle dans la constitution des protéoglycanes épidermiques présentes dans le ciment et donc, indirectement, elle participerait aussi à la présence d'eau intercellulaire à côté de celle piégée dans le treillis céramidique. L'eau « statique » dépend ainsi de facteurs intra- et extracellulaires⁵¹.

Il existe donc deux systèmes de régulation, relativement indépendants l'un de l'autre, faisant intervenir de nombreux facteurs, intra et extracellulaires, pour contrôler l'hydratation cutanée.

CHAPITRE III : MESURE DE L'HYDRATATION CUTANEE

La rupture de l'homéostasie du SC découlerait donc d'une perturbation de l'un et/ou des deux systèmes de régulation de l'hydratation. Pour une action plus efficace dans le traitement, il est indispensable d'identifier le dérèglement concerné.

Cette identification passe par différentes mesures du taux d'hydratation cutanée associées à une instrumentation précise⁵². Les résultats ainsi obtenus permettent d'évaluer l'état de santé de la peau.

I. MESURE DE L'HYDRATATION STATIQUE:

1.1 La cornéométrie

Il existe une étroite dépendance entre la conductivité électrique de la couche cornée et son contenu en eau. La mesure du contenu en eau de l'épiderme est surtout basée sur des phénomènes physiques tels que : l'impédance, la capacitance, et la conductance. Le principe de ce type de mesure veut qu'un courant passe entre deux électrodes fixées à la surface de la peau.

De nombreuses études ont permis de cerner la relation entre l'impédance Z (ou l'admittance $Y = 1/Z$), la conductance G (ou la résistance $R = 1/G$) et la capacitance C de la couche cornée, lorsqu'un courant alternatif de fréquence f est appliqué à la surface de la peau⁴⁰.

Le modèle le plus simple censé représenter de façon correcte le comportement électrique de la peau est constitué par un condensateur et une résistance en parallèle. Il permet de définir l'équation suivante :

$$Z = [R^2 + (1/2\pi fC)^2]^{1/2}$$

Les valeurs d'hydratation mesurées par impédance sont plus importantes pour un faible passage du courant électrique. Elles varient dans le sens opposé à celui de la capacitance et de la conductance. Bien qu'étant corrélés à la capacitance, les résultats obtenus à partir d'appareils à impédance sont enregistrables sur de hautes fréquences variables.

Sur un condensateur idéal, en présence d'un champ de charge uniforme, se crée, un excès d'électrons accumulé sur une plaque de charge négative et un déficit

électronique sur l'autre plaque de charge positive. La capacitance est l'aptitude à conserver la charge électrique. Les molécules à constantes diélectriques sont attirées dans le champ créé et font varier la capacitance⁵³. La couche cornée est un milieu à constante diélectrique faible. La valeur de cette constante diélectrique dépend de la teneur en eau libre. Ainsi les variations d'hydratation du SC entraînent une modification de la capacitance. Les sondes mesurant l'hydratation par le principe de la capacitance peuvent être utilisées à différentes fréquences. A 100kHz, on note une excellente reproductibilité des mesures dans des conditions d'humidité et de température stables⁵⁴. Les mesures de l'hydratation de la surface de la peau restent toutefois tributaires de l'activité des glandes sudoripares⁵⁵.

D'un autre côté, tout changement de charge électrique, dû à une variation des ions en solutions, modifie la conductance. Le SC conduit un faible courant lorsqu'il est soumis à un champ et sa sensibilité est accrue quand il est convenablement hydraté. Ceci signifie que les propriétés électriques de la couche cornée dépendent non seulement de son contenu en eau et de la présence de nombreux autres composés chargés électriquement et dissous dans l'eau libre tels que les ions, les acides aminés, mais aussi de la répartition de l'eau entre les fractions libre et liée. Cette répartition peut être influencée par la présence de protéines plus ou moins hydratées, telles les kératines ou autres matrices cornéocytaires.

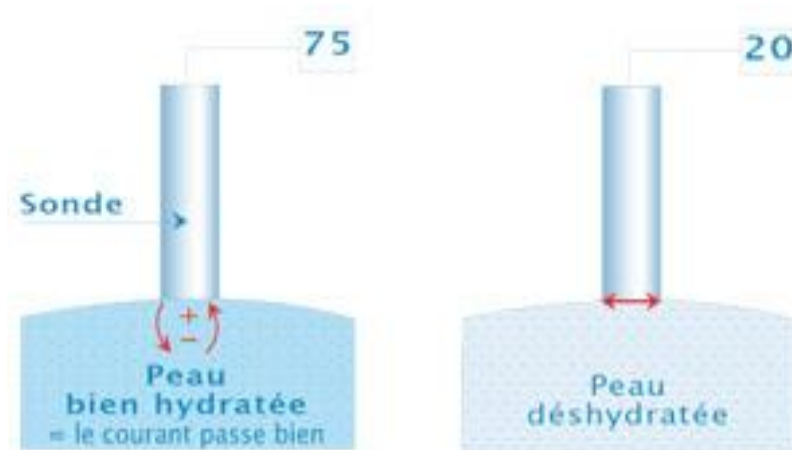


Figure 7 Principe de la mesure de l'hydratation par conductance électrique

D'autres paramètres comme la température ambiante ont une influence globale sur ces phénomènes et sont aussi à prendre en compte.

À côté de ces facteurs biologiques, les résultats des mesures peuvent être influencés par des facteurs purement physiques et liés à l'appareil de mesure utilisé, comme :

- la fréquence du courant électrique appliqué sur la surface cutanée (certains appareils utilisent plusieurs fréquences pour les mesures),
- le mode de mesure (conductance ou capacitance, ou les deux),
- la géométrie et le matériel de l'électrode ou sonde de mesure,
- la profondeur de mesure à l'intérieur de l'épiderme,
- la pression d'application de l'électrode et le contact avec la surface cutanée.

1.2 Les appareils de mesure

Plusieurs appareils de mesure sont commercialisés et évaluent les propriétés électriques de la couche cornée de différentes manières. Ce sont entre autres (liste non exhaustive) :

- le Skicon-200™ mesure la conductance et fournit des résultats en unités microSiemens (μS). Il s'utilise à de hautes fréquences et donne des valeurs d'hydratation des couches les plus superficielles du SC;



Figure 8 Le Skicon-200™

- le Cornéomètre CM 825™ utilisé depuis 1980,⁷ mesure la capacitance à basse fréquence et n'est pas très précis sur la distribution de l'eau dans les couches du SC. Les unités de mesure sont arbitraires ;
- le NOVA DPM 9003™ utilise la méthode de réactance capacitive, les unités de mesure sont arbitraires ;

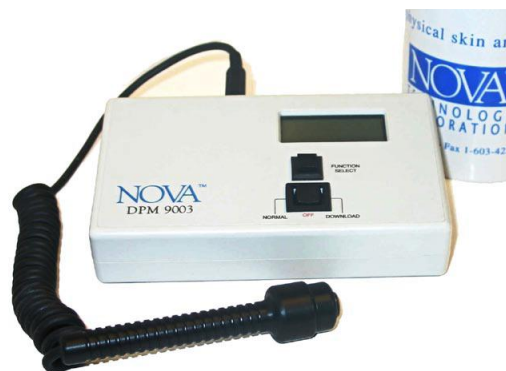


Figure 9 La NOVA DPM 9003™

- le Dermalab® mesure la conductance et fournit des résultats en unités microSiemens (μS) ;

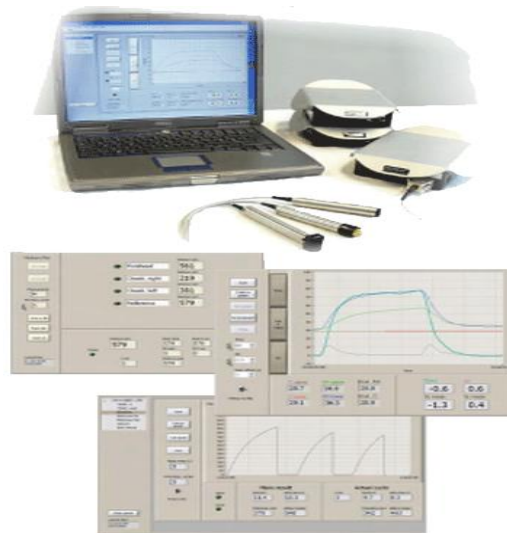


Figure 10 Le Dermalab®

- le MoistureMeter utilise une mesure indirecte de la constante diélectrique, les unités de mesure sont arbitraires.

Différentes électrodes sont proposées, qui permettent une mesure à différents niveaux de profondeur ; le corneomètre CM 820PC renseigne sur l'hydratation à 0,1mm de profondeur⁵⁶. Les mesures sont enregistrées dans l'unité centrale au bout d'1seconde^{57; 48}. Du fait des unités de mesure arbitraires les résultats obtenus sont comparés à ceux qui figurent dans la littérature²⁶. En général, la comparaison doit tenir compte des différents modes de mesure, de la géométrie de la sonde, du contact avec la peau (galvanique ou non) et des valeurs exprimées. Seul le Cornéomètre™ bénéficie d'une calibration simplifiée autrement aucune calibration in vivo n'est réalisable pour les différentes sondes. Cependant, les résultats fournis par ces appareils sont étroitement corrélés entre eux.

A partir d'une récente étude, un consensus a été adopté en ce qui concerne les résultats obtenus avec le Cornéomètre CM 825™. Différents degrés d'hydratation de la peau sont déterminés et définissent le type de peau⁵⁸.

Tableau I classification des différents types de peau suivant les résultats obtenus avec le Cornéomètre CM825™

Type de peau	Unités arbitraires (Cornéomètre CM825™)
Peau très sèche	< 30
Peau sèche	30 – 40
Peau normale	> 40

Ceci permet, pour la première fois, de relier l'évaluation clinique de la peau sèche à un résultat chiffré de l'hydratation cutanée, même si ces résultats sont exprimés en unités arbitraires. L'innovation a permis à travers l'imagerie de capacitance, d'établir la carte d'hydratation de la peau. L'appareil de mesure SkinChip® consiste en une sonde comportant des microcondensateurs mesure la capacitance sur 50µm. Il est directement relié à un ordinateur via un port USB. Appliquée contre la surface de la peau, la sonde de mesure fournit des images correspondant à la carte d'hydratation de la surface cutanée. De telles images sont codées dans 256 nuances de gris. Les pixels les plus sombres représentent la haute capacitance et les clairs, les valeurs de capacitance les plus basses⁵⁹.

À côté du logiciel permettant la détection des images, trois autres logiciels ont été développés pour caractériser quelques paramètres spécifiques de la peau. Le Niveau Moyen de Gris (MGL) des images permet de caractériser l'hydratation moyenne de la surface de la peau. Une évidente corrélation a été établie entre le MGL de l'Imagerie de Capacitance de la peau et les valeurs de capacitance obtenues à l'aide du Cornéomètre® (C+K électronique, Cologne). Il n'est donc pas surprenant que le SkinChip® visualise exactement les captures d'électron au niveau de la sonde du Corneomètre®.

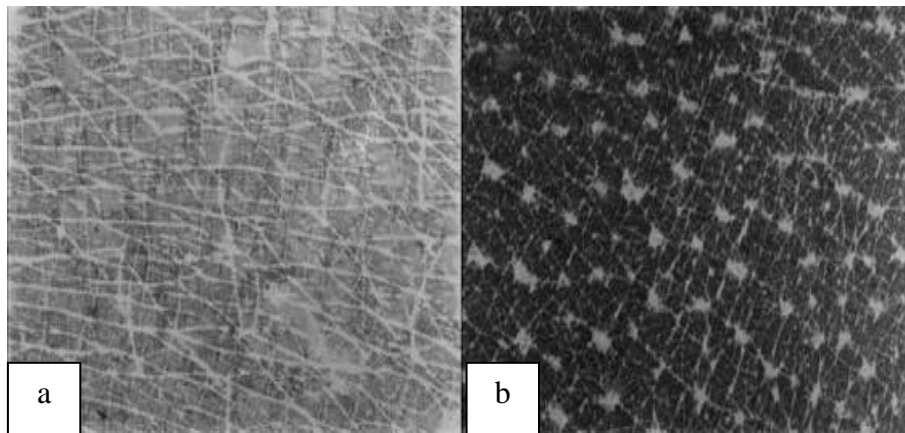


Figure 11 Imagerie par capacitance de deux régions anatomiques de la peau

(a) dos de la main avec des lignes de surfaces parallèles (b) flanc latéral du cou avec de nombreux orifices.

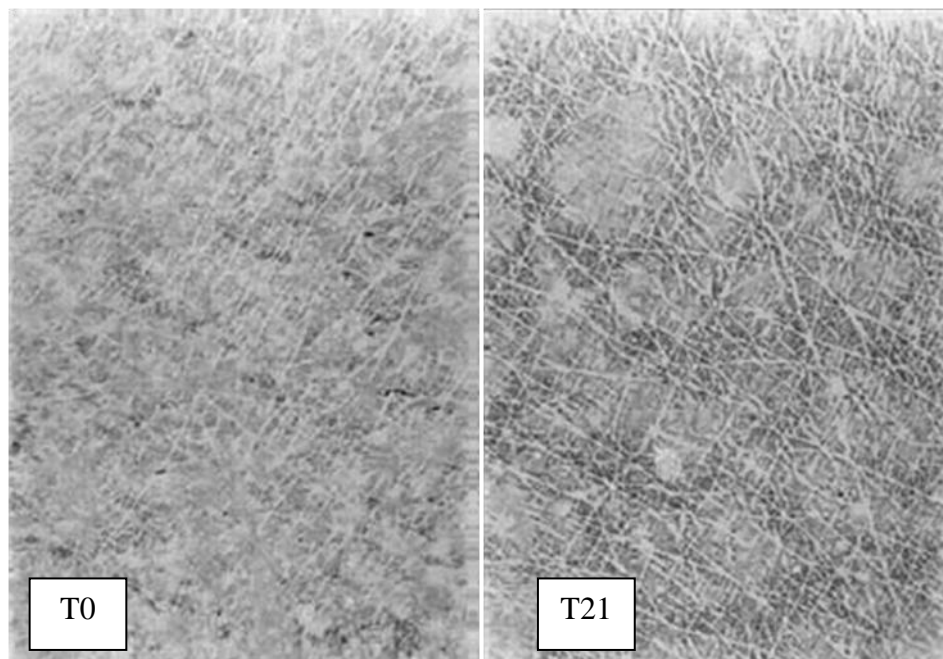


Figure 12 Aspect du dos de l'avant-bras d'un sujet âgé avant et après 21 jours d'application d'un hydratant.

Amélioration de la texture de la peau après traitement. Valeur de capacitance 154 et 234/cm² respectivement à T0 et T21.

Toutes les deux techniques établissent un étroit contact avec la surface de la peau ce qui réduit l'impact du microrelief.

1.3 Méthodes spectroscopiques

Les méthodes utilisant la spectroscopie proche-IR par réflexion pour déterminer la teneur en eau de la peau ont été utilisées depuis quelques années. Elles présentent une grande sensibilité à la molécule d'eau, et permettent une mesure rapide évitant une occlusion et ainsi une perturbation de la teneur en eau. Dans le cas de la spectroscopie infrarouge transformée de Fourier (FTIR), le rayon incident est absorbé par les liaisons covalentes entre les différentes molécules présentes dans le tissu concerné. Chacune de ces molécules possède un spectre caractéristique permettant de les identifier. L'ATR-FTIR se base sur le même principe sauf que là, la réflexion totale du rayon est atténuée par un cristal placé sur la peau. La profondeur parcourue par le rayon va de 2 à 10 μ m. Ce dernier point représente un inconvénient important du fait de l'incertitude due aux variations de pénétration des ondes dans la peau⁵³.

L'utilisation de la spectroscopie Raman a permis de s'affranchir en grande partie de ces inconvénients⁶⁰. La spectroscopie Raman est une méthode non destructive permettant de caractériser la composition moléculaire et la structure d'un matériau.

Le processus mis en jeu est le suivant : les photons incidents sont détruits et leur énergie sert à créer des photons diffusés et à créer (processus Stokes) ou détruire (processus anti-Stokes) des vibrations dans l'échantillon étudié. Cette technique est complémentaire de la spectroscopie IR qui permet également d'étudier les modes vibrationnels d'un matériau²⁶.

La méthode consiste à focaliser un faisceau de lumière monochromatique (faisceau laser) sur l'échantillon à étudier, et à analyser la lumière diffusée en retour. Toute récente, l'utilisation de la microspectroscopie Raman confocale (SCR) est la première méthode permettant de déterminer avec précision *in vivo* la teneur en eau de la couche cornée, et ce à différents niveaux de profondeur. L'hydratation de la peau ainsi mesurée se détermine en prenant le rapport des signaux intégrés de l'eau, c'est-à-dire ceux qui sont issus des vibrations des groupements O-H dans le domaine entre 3350 et 3550 cm^{-1} à ceux des protéines, équivalant aux groupements CH_3 du domaine vibrationnel de 2910 à 2965 cm^{-1} .⁶¹ Dans des conditions bien définies, il existe une corrélation entre les mesures d'hydratation par SCR et celles obtenues par conductance⁶². Les applications offertes par cette technique sont très nombreuses et bien qu'elle soit coûteuse, son potentiel d'utilisation apparaît énorme.

II.MESURE DE L'HYDRATATION DYNAMIQUE : L'EVAPORIMETRIE

La perte insensible en eau (Perspiratio insensibilis) correspond à la diffusion passive de l'eau à travers la couche cornée de la peau. La quantité d'eau traversant le SC par cette voie est évaluée entre 300 et 400ml par jour dans des conditions normales, c'est-à-dire 1/10 à 1/20 de la transpiration⁶³.

L'épiderme est bien hydraté puisqu'il est directement au contact du derme. À l'inverse, sa surface, au contact de l'air ambiant généralement beaucoup plus sec, présente une concentration en eau plus faible. Le gradient est d'environ 37 mol,⁶⁴ si l'humidité relative extérieure atteint les 100%, la PIE atteint le zéro, en revanche par une humidité relative de 0%, la PIE est maximale.

Le principe de l'évaporimètre repose sur le fait que, suivant la loi de Fick,⁹ le taux d'évaporation de l'eau est proportionnel au gradient de pression de vapeur d'eau de part et d'autre de l'épiderme²⁶. En mesurant la pression de vapeur d'eau entre deux points situés à une distance différente de la peau, on peut ainsi apprécier la PIE. Ces mesures sont réalisables grâce à des sondes utilisant différentes méthodes.

2.1 Méthode du cylindre ouvert

Une sonde appliquée sur la peau délimite une chambre cylindrique, ouverte à l'air ambiant. La surface de peau située à l'intérieur du cylindre est d'environ 1 cm². À l'intérieur de cette chambre sont placés en position verticale, l'un au-dessus de l'autre, deux détecteurs semi-conducteurs sensibles à l'humidité et chacun couplé à un thermistor⁶³. La distance entre les détecteurs par rapport à la surface de la peau est calculée de manière à mesurer, dans des conditions optimales, le gradient de vapeur d'eau se mettant en place entre la surface

cutanée et l'air ambiant⁶⁵. La pression de vapeur d'eau (p) à chaque niveau est calculée suivant la formule : $p = RH \times p_{sat}$

p_{sat} est la pression à saturation. L'humidité relative RH (%) est mesurée par les semi-conducteurs ; p_{sat} est calculée en fonction de la température indiquée par les thermistors à chaque niveau de mesure. La différence de pression de vapeur d'eau entre les deux niveaux est utilisée par l'appareil pour déterminer le gradient. La PIE est exprimée directement sur un écran à cristaux liquides en $g/m^2/h$ (ou $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$).

Trois appareils utilisant la technique du cylindre ouvert sont par exemple : l'ÉvaporimètreTM (qui n'est plus commercialisé), le TéwamètreTM et l'appareil multifonctions DermalabTM. La géométrie des sondes respectives diffère légèrement et les valeurs obtenues pour une situation particulière, bien qu'étroitement corrélées, peuvent aussi différer. Les variations de valeurs induites, soit par une occlusion ou une irritation de la couche cornée, ne sont pas identiques d'un appareil à l'autre.

La mesure de la PIE par la méthode du cylindre ouvert présente un certain nombre d'inconvénients. Le principal inconvénient est la sensibilité aux mouvements de l'air ambiant, qui peuvent perturber l'établissement du gradient de vapeur d'eau à la surface cutanée. Cela entraîne la nécessité d'une standardisation rigoureuse des conditions de mesure, notamment en ce qui concerne la climatisation de la pièce où sont effectuées les mesures, et aussi, souvent, l'utilisation d'une boîte protectrice genre couveuse. À ce sujet, des recommandations très précises ont été publiées⁶⁶.

2.2 Méthode du cylindre fermé

Les appareils utilisant la méthode dite du « cylindre fermé » sont censés avoir éliminé les inconvénients cités plus haut et permettre une utilisation beaucoup plus large de cette mesure. En milieu hospitalier par exemple, la nécessité de créer des conditions environnementales contrôlées était jusque là un obstacle pratiquement insurmontable⁵³ désormais la méthode à cylindre fermé permet de pallier à cette difficulté. Wallihan en 1964 fut l'un des premiers chercheurs à avoir utilisé la méthode à « cylindre fermé ventilé ». Plus récemment, des appareils à cylindre fermé sont apparus sur le marché. Ils utilisent une technique similaire dite du « cylindre non ventilé ».

Imhof utilise une approche différente avec la technique de la chambre dite « à condensation ». À cet effet, un condensateur refroidi à $-7,65\text{ °C}$ capte la vapeur d'eau à l'intérieur du cylindre et permet des mesures continues sans obligation de renouveler l'air à l'intérieur de la chambre. Ce principe est celui del'AquaFlux® qui a été mis récemment sur le marché.

Une comparaison des deux appareils à cylindre fermé (« non ventilé » et « à condensateur ») montre que, si la mesure avec la méthode dite du « cylindre non ventilé » est plus rapide, la variabilité de ses résultats est plus importante qu'avec la méthode dite du « cylindre à condensateur ».

L'évaporimétrie reste une technique fiable, rapide et simple qui toutefois demande rigueur et précision. Le sujet doit être au repos (depuis 15 à 30 minutes) afin de rendre négligeable l'activité des glandes sudorales. Il doit être dans des conditions de température et d'humidité relative définies et constantes. Les mesures seront effectuées sur le même site de mesure, par le même opérateur. Malgré ces précautions, les mesures de PIE (ou de TEWL) peuvent être influencées par le pH cutané, l'épaisseur du stratum corneum, l'âge⁵³...

Ceci étant, la mesure de la PIE apporte des informations en pharmacologie, comme en pathologie. On peut ainsi apprécier l'influence des lipides, de l'occlusion sur la fonction d'hydratation^{67;68}, également celle des irritants et détergents sur l'intégrité de la couche cornée^{68; 69;70}. Des études montrent qu'en cas de détérioration de la barrière cutanée, la PIE et l'hydratation varient en sens inverse^{71; 33}. Toutefois dans bien des cas, il n'existe aucune relation entre l'état d'hydratation du SC et l'intégrité de cette barrière⁷¹. On a pu mettre en évidence des modifications de la PIE au cours de maladies telles que la dermatite atopique, les ichtyoses, le psoriasis. Celle-ci est alors un « marqueur » de la maladie et son évolution pourra être suivie sous traitement^{73; 74; 17}.

La PIE reflète l'intégrité de cette barrière physiologique extrêmement importante constituée par la couche cornée^{75;53}.

CHAPITRE IV: RELATION HYDRATATION ET PRODUITS COSMETIQUES

L'utilisation de produits cosmétiques prend de l'ampleur du fait des propriétés qu'on leur attribue. La réglementation en la matière ne bénéficie pas de la précision et de la rigueur de celle qui s'applique aux médicaments. Très souvent les propriétés supposées des produits dits hydratants, sont le fruit d'une stratégie marketing. Il est donc nécessaire de comprendre le pouvoir hydratant d'un cosmétique par les effets propres de ses constituants.

I. DÉFINITIONS

L'article 1 de la directive européenne 76/768/CEE du 27 Juillet 1976 définit le produit cosmétique comme « une substance ou une préparation destinée à être mise en contact avec les diverses parties superficielles du corps humain, notamment l'épiderme, les systèmes pileux et capillaire, les ongles, les lèvres et

les organes génitaux externes, ou avec les dents et les muqueuses buccales, en vue, exclusivement ou principalement, de les nettoyer, de les parfumer, d'en modifier l'aspect, de les protéger, de les maintenir en bon état ou de corriger les odeurs corporelles »⁷⁶.

Selon la directive européenne 76/768/CEE les produits cosmétiques regroupent :

- Les produits d'hygiène : les démaquillants, les dentifrices, les déodorants, les gels de douche, les gels nettoyants intimes, les savons, les shampooings.
- Les produits de soin : les crèmes antirides, les crèmes de jour, les crèmes de nuit, les crèmes hydratantes, les eaux florales, les produits de gommage, les laits, les masques de beauté, les baumes à lèvres, les toniques pour visage.
- Les produits capillaires : les après-shampooings, les défrisants, les gels, les huiles, les laques, les masques, les teintures.
- Les produits de maquillage : les anticernes, les autobronzants, les eyeliners, les fards, les fonds de teint, les mascaras, les poudres, les produits blanchissant la peau, les rouges à lèvres, les vernis à ongles.
- Les parfums : les eaux de Cologne, les eaux de toilette, les parfums.
- Les produits solaires : les crèmes, les huiles et lotions solaires et après-soleil.
- Les produits pour le rasage et les produits dépilatoires : les après-rasages, les crèmes dépilatoires, les mousses à raser.
- Les préparations pour bains et douches : les bains moussants, les huiles de bain, les sels de bain.

II. COMPOSITION GENERALE D'UN PRODUIT COSMETIQUE

Du fait de leur application directe sur le corps, les matières premières servant à la composition des produits cosmétiques doivent garantir la sécurité et

l'innocuité pour le consommateur. La liste des composés utilisables dans la formulation d'un produit cosmétique est présente dans l'annexe 1 de la directive européenne 76/768/CEE qui régit le domaine cosmétique⁷⁶.

D'origine végétale (lavande, amande douce, beurre de karité, huile d'argan, etc.), animale (stéarine, gélatine, etc.), minérale (paraffine, silicium organique, argile, etc.) ou synthétique (silicone, parfum synthétique, etc.), il existe environ 8000 ingrédients cosmétiques référencés

La composition générale des cosmétiques est la suivante :

- Un ou plusieurs actifs cosmétiques : ce sont les substances responsables de l'efficacité du produit qui les contient.
- Un excipient qui véhicule les actifs cosmétiques
- Des additifs : conservateurs, colorants, émulsifiants, stabilisateurs de pH, tensioactifs, agents de contrôle de la viscosité, parfum, agents moussants, etc.

Les actifs cosmétiques se définissent comme étant des substances ou des mélanges de substances d'origine naturelle, semi-synthétique ou synthétique qui confèrent une spécificité à un produit fini à usage cosmétique. L'activité qui leur est prétendue est vérifiée par des tests d'efficacité⁷⁷.

Notre travail s'articulera uniquement autour des actifs hydratants et nous nous garderons d'évoquer les autres classes d'actifs cosmétiques qui n'en sont pas pour autant des moindres.

III. LES ACTIFS HYDRATANTS

Encore appelés moisturizers, ce sont des substances capables d'induire soit un appel d'eau soit une rétention d'eau au niveau du SC. On les différencie à partir de leur mécanisme d'action. On rencontre ainsi :

- les substances hygroscopiques ou agents hydratants, qui captent et retiennent l'eau ;
- les contre-types des lipides épidermiques, éléments « régulateurs » des mouvements d'eau
- les filmogènes hydrophiles et les antidéshydratants hydrophobes, qui agissent en surface.

3.1 Les substances hygroscopiques ou « agents hydratants » au sens propre

De façon générale, une substance hygroscopique est définie par sa capacité à capter des molécules d'eau. Leur pouvoir intrinsèque de rétention d'eau varie d'une substance à l'autre peut importe de l'humidité environnante. Cependant, cette dernière peut avoir une influence positive ou négative. Positive si l'air est très humide, car la substance hygroscopique absorbe alors l'eau « extérieure » et la retient. Négative en milieu très sec, où le composé hygroscopique ne retient plus l'eau et peut alors provoquer sur la peau un effet déshydratant « paradoxal ». Cette variabilité du pouvoir de rétention d'eau d'un actif est donc à prendre en compte pour déterminer réellement son effet hydratant. Parmi les substances hygroscopiques, on distingue les humectants et les composés analogues des NMF (auxquels on rattache les alphahydroxyacides, AHA).

3.1.1 Les humectants

Ils sont avant tout représentés par les polyols : glycérol, sorbitol, propylène-glycol...

- Glycérol

C'est l'un des humectants les plus utilisés et il est aussi considéré comme un émoullient. Il possède un fort pouvoir hygroscopique en conditions normales d'humidité relative et ses effets sont persistants sur au moins 24 heures. Il s'utilise comme adjuvant dans le traitement de la dermatite atopique et présente une amélioration de l'état d'hydratation et de celui de la barrière cutanée⁷⁷. Cependant, ses effets dépendent des conditions atmosphériques : il retient en effet jusqu'à 24 % d'eau lorsque l'humidité relative varie de 58 à 80 %, mais en perd 20 % si l'humidité relative varie de 32 à 58%⁷⁶.

- Sorbitol

Moins hygroscopique que le glycérol, il est pourtant plus « hydratant » : s'il gagne 17 % d'eau pour un degré d'humidité relative de 58 à 80 %, il n'en perd que 6 % entre 32 et 58 % d'humidité⁷⁸.

- Propylène-glycol

Il est moins employé car il peut être « desséchant » en altérant les composants du ciment et en diminuant la cohésion des cornéocytes⁷⁸.

Au sein d'une préparation cosmétique, ils sont employés d'une part pour leurs propriétés galéniques, d'autre part pour leur activité hydratante.

Une étude récente montre que l'ectoïne comparée au glycérol a un fort pouvoir hydratant. Aussi présente-t-elle des propriétés de stabilisation des membranes cellulaires. Les ectoïnes sont de petites molécules organiques synthétisées par des organismes vivant dans des conditions extrêmes telles que : la dessiccation, les températures extrêmes, les milieux fortement halophiles. L'application locale d'ectoïne représente une excellente alternative pour pallier aux problèmes de sécheresse cutanée ainsi que ceux liés au vieillissement photo-induit⁷⁵.

3.1.2 Les NMF

Les NMF offrent un vaste choix de composants ou de substances analogues.

Parmi les plus employés, citons par exemple l'APC.

- L'APC est volontiers incorporé sous forme de sel : pyrrolidone carboxylate de lysine et d'arginine, pyrrolidone carboxylate de glycérol et de sodium. Il possède un fort pouvoir hydratant à des concentrations autour de 3 à 5 %⁷⁶. D'autres AHA agissent sur les enzymes de la différenciation cellulaire et sur la synthèse de l'enveloppe cornéocytaire et interviennent ainsi dans l'équilibre kératinisation/ desquamation⁷¹.
- L'urée à faible concentration favorise la fixation de l'eau sur les protéines de la couche cornée⁸⁰; à une concentration de plus de 10 %, en revanche, elle devient kératolytique. Elle ne doit donc pas être employée à trop forte dose dans un produit hydratant⁸¹.
- Les AA sont, quant à eux, le plus souvent utilisés sous forme de mélanges : les hydrolysats de protéines. Sérine et citrulline sont les plus employés. La sérine est en effet un précurseur des céramides et participe ainsi à la bonne organisation du SC.
- Les alphahydroxyacides (AHA): Lactates, citrates possèdent un bon pouvoir hygroscopique à associer aux formes acides (acide lactique, citrique) pour leurs propriétés plastifiantes⁸² ou à l'urée⁸³.

Enfin, la fraction « sucre » des NMFs'avère intéressante car le choix d'un mélange d'hexoses et de pentoses possède des propriétés hydratantes peu dépendantes des conditions d'humidité relative⁷⁸.

3.2 Les contre-types des lipides épidermiques

Ils désignent des lipides identiques ou proches de ceux qui constituent les espaces intercornéocytaires. Ils sont susceptibles de s'y incorporer et d'y jouer un rôle actif. Ce sont entre autres, les acides gras présents dans de nombreuses huiles végétales riches en acides gras essentiels. Blé, bourrache, onagre offrent en effet des concentrations importantes en acide linoléique et/ou acide gammalinoléique. Ils sont considérés de ce fait comme des actifs de «régulation de l'hydratation». L'acide linoléique et ses dérivés contribuent au renforcement de la barrière cutanée⁸³.

Les céramides végétales, de synthèse ou biotechnologiques, constituent des éléments clés des fonctions épidermiques. Elles agissent en synergie avec les acides gras et le cholestérol au sein d'un produit hydratant⁴⁸. Les céramides peuvent être incorporées sous forme de complément alimentaire avec une action significative sur la réparation de la fonction barrière et l'amélioration du microrelief cutané⁸⁴.

Les phospholipides font également partie de ce groupe. De par leur nature amphiphiles, ces constituants des membranes cellulaires créent autour d'eux un environnement hydrophile (une molécule de phospholipide peut capter et retenir environ 15 molécules d'eau). Leur faible poids moléculaire favorise leur pénétration à travers le SC.

Ils peuvent être employés seuls ou sous forme de liposomes⁸⁵ ou de bicelles, tout à la fois « vecteur » et « acteur ». Les bicelles sont des structures de forme discoïdale dont la taille varie de 10 à 50 nm de diamètre pour une épaisseur de 4 à 6 nm. Ces structures se constituent d'une bicouche de dimyristoyl-glycero-phosphocholine (DMPC) stabilisée par du dihexanoyl-glycero-phosphocholine (DHPC). Elles ont l'avantage de remplir les mêmes fonctions que les liposomes

en plus de leur petite taille et permettent de parer aux irritations induites par les surfactants (présents dans les micelles)^{86; 87}.

3.3 Les agents de surface⁸⁸

Les filmogènes hydrophiles

Ce sont souvent des constituants de la substance fondamentale dermique : acide hyaluronique, glycosaminoglycane, mucopolysaccharides. Ces polymères macromoléculaires forment, en solution dans l'eau, des gels plus ou moins visqueux, doués d'un fort pouvoir de rétention d'eau. On attribue d'ailleurs ainsi au hyaluronate de sodium une meilleure capacité de rétention d'eau que celle du glycérol ou du sorbitol. Ils améliorent les propriétés de surface du SC. Le collagène, le chitosane (dérivé de la chitine) sont filmogènes, et peuvent accroître les capacités des autres hydratants qui leur sont associés.

Les filmogènes hydrophobes

Ce sont les plus anciennement utilisés (vaseline, huiles de vaseline, paraffines, cires animales et végétales, huiles végétales, huiles de silicone). Ils sont incorporés dans la phase grasse des émulsions et forment, après évaporation de l'eau (celle qui fait partie de leur composition), un film résiduel plus ou moins occlusif. Ils sont de plus en plus remplacés par les triglycérides doux, les esters gras (alcools cétylique, stéarylique) moins gras et moins occlusifs. Ils ont pour fonction de reconstituer le film protecteur lipidique formant une barrière plus ou moins imperméable capable de limiter la perte d'eau par évaporation.

Notre étude comporte un volet pratique dans lequel nous nous sommes intéressés à deux actifs hydratants que sont le Beurre de Karité (BK) et l'huile d'Argan (HA). Ce choix se justifie d'une part par leur très grande utilisation comme base de produits cosmétiques, leur facilité d'acquisition et leur caractère naturel. En effet ces 2 produits sont très utilisés dans nos sociétés africaines qui en vantent les vertus pour la santé de la peau et son esthétique.⁸⁹ D'autre part nous nous sommes donnés pour mission d'essayer de comprendre leur mécanisme d'action pour tirer de meilleures conclusions sur leurs effets.

PARTIE PRATIQUE

L'hydratation est parmi tant d'autres une fonction essentielle de la peau. La recherche à ce sujet est en constant perfectionnement. Les études sont précises et présentent l'hydratation sous de multiples aspects. Il nous paraît donc cohérent de nous intéresser à comment s'effectue cette fonction en temps réel. Notre étude s'inscrit comme un volet d'une étude d'acceptabilité cosmétique de deux produits que sont le Beurre de Karité et l'Huile d'Argan. Le choix de ces deux substances se justifie par le fait qu'elles sont très souvent utilisées comme actifs dans des préparations cosmétiques. Une précédente étude intitulée : « étude de l'effet hydratant du beurre de karité et de l'huile d'argan », a été conduite dans ce sens au sein du département de galénique de la faculté de Pharmacie de rabat⁸⁹. Cependant, nous avons jugé nécessaire de mener une étude plus ciblée sur leur mécanisme d'action. Il s'agit pour nous dans la présente étude, de déterminer la cinétique de l'hydratation de la peau sur 8 heures après application soit du BK ou de l'HA. Nos investigations aboutissent à une comparaison des effets de ces 2 substances par rapport au phénomène d'hydratation cutanée. Nos résultats contribuent à élargir les connaissances sur le BK et l'HA pour un meilleur effet dans la formulation des cosmétiques commercialisés.

I. MATERIELS

1.1 Les produits

1.1.1 Le beurre de karité ou *Butyrospermum parkii* butter

Le beurre de karité ou beurre végétal est un produit issu de la noix de karité. Le karité est un arbre rencontré le plus souvent dans les savanes africaines. Son fruit la noix de karité, de forme ovoïde et de couleur vert sombre à brun, mesure environ 8cm de long. Le karité est constitué de l'extérieur vers l'intérieur, d'une

coque et d'une (1) à deux (2) amandes à pulpe blanchâtre. L'extraction du beurre de karité peut se faire de façon artisanale ou semi-industrielle. Comme propriété physique, le BK a une densité de 0,92 à 40°C. Son point de fusion est compris entre 35 et 40°C. Il est utilisé dans l'alimentation et constitue un précieux cosmétique pour les sociétés de l'ouest africain. Le procédé de fabrication du BK constitue la clé de sa qualité. Ainsi le beurre obtenu par pression mécanique des amandes conserve tous ses principes actifs.

Le BK qui a servi à notre étude provient de la Côte d'Ivoire. Il est pâteux à température ambiante, de couleur jaunâtre, légèrement grenu avec une odeur caractéristique. Il est conservé dans un pot à température ambiante au sein de la salle où sont effectuées les mesures biométrologiques.

Sa composition chimique générale est la suivante :⁹⁰

Triglycérides.....	50%
Diglycérides.....	4%
Monoglycérides	2%
Acides gras libres.....	5%
Esters de cire.....	7%
Insaponifiables.....	3,5 à 10%
Eau et matières volatile	< 0,05%
Autres.....	21%

Les insaponifiables contiennent des esters résineux tels que les esters cinnamiques qui ont des vertus cicatrisantes et désinfectantes. Ils contiennent également du Karitène qui absorbe très fortement dans l'UV et de la vitamine A.

Cette dernière agit au niveau de la peau contre le dessèchement mais également contre les cheveux secs et cassants.

Il paraît pour nous important de présenter, en plus de la composition chimique générale du Beurre de Karité, sa composition spécifique en acides gras. Ces acides gras constituent les actifs majeurs du BK.

Composition des acides gras

Acide stéarique.....	46%
Acide oléique.....	41%
Acide linoléique.....	7%
Acide palmitique.....	4%
Acide linoléique.....	1%
Acides laurique, myristique.....	<0,5%



Figure 13 Le beurre de karité

1.1.2 L'huile d'argan ou Argania spinosa oil

L'huile d'argan est une huile végétale utilisée à des fins diététique et cosmétique. C'est un pur produit du sud du Maroc (Agadir, Essaouira). Elle est fabriquée à partir des amandons du fruit de l'arganier. Ce dernier est un arbre à rameaux épineux d'environ 10m de haut. Ses fruits sont des baies ovales jaune brun à maturité de 30mm de long. Elles renferment une noix dure contenant des amandons. Ceux-ci ne sont pas torréfiés pour la préparation de l'huile cosmétique. Cette huile est légère et contient de la vitamine E parmi ses insaponifiables. Elle est de ce fait préconisée comme antioxydant et contre le vieillissement cutané. Notre huile d'argan est conservée dans un flacon avec bouchon pulvérisateur dont la composition chimique générale est la suivante :⁹¹

Triglycérides.....	94,5 – 97,3%
Diglycérides.....	0,68 – 1,53%
Monoglycérides.....	0,27 – 0,65%
Acides gras libres.....	1,1 – 2,04%
Insaponifiables.....	0,36 – 1,1%

Composition des acides gras après extraction traditionnelle⁹²

Acide palmitique.....	10,7 – 13,3%
Acide stéarique.....	5 – 5,9%
Acide oléique.....	46,4 – 48,1%
Acide linoléique.....	31,5 – 34,9%
Acide linoléique.....	0 -0,6%
Acides myristique, laurique	traces

Autres acides..... <1%



Figure14 Fabrication de l'huile d'argan

1.2 Les sujets

L'expérience a porté sur 2 jeunes femmes de 22 et 26 ans respectivement originaires du Maroc et de la Cote d'Ivoire. Le sujet1 âgé de 22 ans a un phototype IV et le sujet2 celui de 26 ans a un phototype V (voire tableau II). Ces volontaires font partie du laboratoire de Pharmacie galénique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat. L'échantillon sur lequel nous avons travaillé doit sa taille à la lourdeur de la mise en œuvre de l'expérience mais aussi au caractère purement expérimental de notre recherche. Cette investigation se fait pour répondre aux interrogations soulevées par la précédente étude. Les patientes sont différentes non seulement de par leur origine, leur type de peau mais également leurs habitudes hygiéniques quotidiennes.

Tableau II classification de Fitzpatrick modifiée selon Pat hak et al. (1999)

Phototype	Cheveux	Peau	Éphélides	Coups de soleil	Remarques
0	Blancs	Laitéuse	++++	Constant Bronzage nul	Albinos
I	Roux	Blanche	+++	Constant Bronzage léger	Roux
II	Blonds	Claire	++	Inconstant Bronzage léger à mat	
IIIa	Blonds	Claire	+	Fréquents	
IIIb	Châtains	Basané	+/-	Fréquents	
IV	Bruns	Mate	0	Nul Bronzage mat foncé	Méditerranéens
V	Noirs et Crépus	Noire	0	0	Afro- Africains

Les sujets ne présentent aucun signe apparent ni antécédents de pathologies cutanées et ne poursuivent aucun traitement hormonal. Elles sont non fumeuse et ne prennent ni alcool ni médicament pendant la période de réalisation des expériences. La participation à ces expériences fait l'objet de l'approbation totale des volontaires, vu le caractère non invasif et préservant la santé des actions menées.

1.3 Le local

Laboratoire de Pharmacie Galénique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat est le lieu de nos recherches. La salle où sont réalisées les mesures de l'hydratation de la peau est climatisée. Cette salle est dotée d'une hotte sous laquelle les conditions d'humidité relatives et de température sont maîtrisées. Au cours des expériences, les entrées dans la salle sont minimisées du mieux possible.

1.4 Les appareils

Le laboratoire de Pharmacie galénique est doté d'un système Multi Probe Adapter de type MPA580 développé par Khazaka + Courage Cologne Germany. Il permet de connecter plusieurs sondes que sont : Sébumètre®SM815, Cornéomètre®CM825, Skin-pH-mètre®PH905, Skin-Thermomètre®ST500, Téwamètre®TM300, Mexamètre®MX18 et Reviscomètre®RVM600.

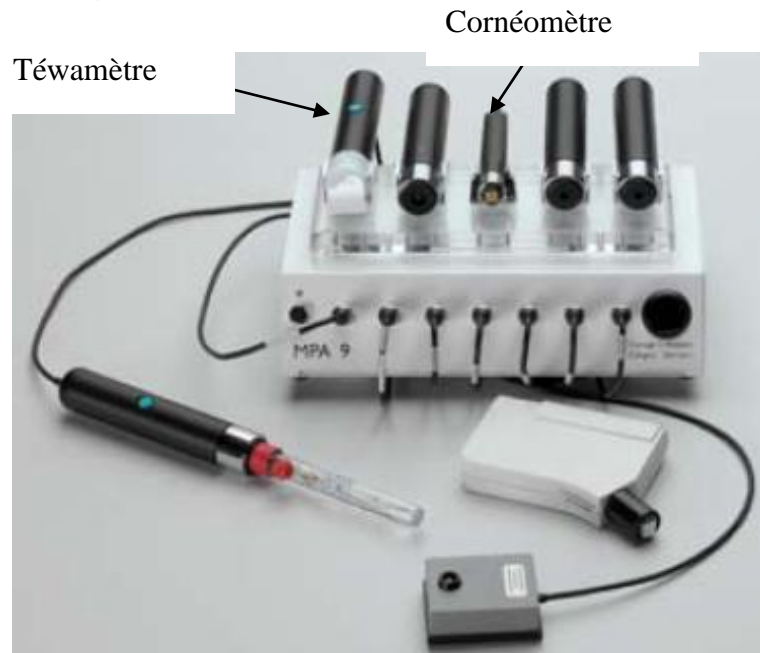


Figure 15 Le système Multi Probe Adapter de type MPA580 de Khazaka et Courage

Le kit est fourni avec un logiciel Windows permettant de piloter toutes les sondes connectées et d'enregistrer toutes les données dans une base de données directement transférable sur Excel™.

À la faveur de cette étude, nous n'avons manipulé que deux sondes à savoir le Cornéomètre®CM825 et le Téwamètre® TM300. C'est donc à juste titre que nous ne détaillerons que le Cornéomètre®CM825 et le Téwamètre®TM300 qui mesurent respectivement l'hydratation statique et dynamique.

Principe du Cornéomètre®CM825

Le principe utilisé est celui de la capacitance diélectrique comme décrit précédemment dans la partie théorique. Le SC est caractérisé par une valeur moyenne de constante diélectrique. Cette constante diélectrique varie avec la quantité d'eau contenue dans le SC.

La valeur de la constante diélectrique de l'eau (81) est très différente de nombreuses autres substances contenues dans la peau (<7) d'où la sélectivité des mesures.

Le capteur est composé de 2 électrodes métalliques (en or) en forme de peigne. Une fine couche isolante sépare les électrodes sur l'extrémité de la sonde en contact avec la peau.

L'alimentation du circuit électrique induit un champ électrique à travers le stratum corneum et un courant électrique entre les 2 électrodes. L'appareillage mesure la capacitance correspondante.



La sonde du
cornéomètre



Figure 16 Les enregistrements du cornéomètre

Principe du Téwamètre®TM300⁶²

L'ensemble des mesures de la PIE est réalisé au moyen de la sonde "Téwamètre" du Multi Probe Analyser 5 (MPA5) fabriqué par Courage-Khazaka (Köln, Allemagne). De même que cet appareil permet aussi le contrôle de l'hygrométrie et de la température à l'aide d'une sonde mixte.

La base physique pour la mesure est la loi de diffusion découverte par Adolf Fick en 1855:

$$dm/dt = -D.A.dp/dx$$

Où: A = surface en m^2 , m = eau transportée (en g), t = temps (h), D = Constante de diffusion ($=0.0877$ g/m.h.mm Hg), P = pression de vapeur de l'atmosphère (mm Hg), X = distance de la surface de peau au point de mesure (m).

Cette loi n'est valable que dans une zone homogène de diffusion, qui est approximativement constituée par un cylindre creux. Le gradient de densité résultant est mesuré indirectement par deux paires de capteurs (température et humidité relative) et est analysé par un microprocesseur. La sonde du TEWAMÈTRE TM 300® possède en son sein aussi bien les capteurs de température et d'humidité, que l'électronique de mesure et les données de calibrage interne.

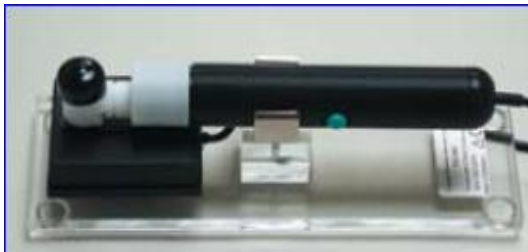


Figure17 La sonde Téwamètre

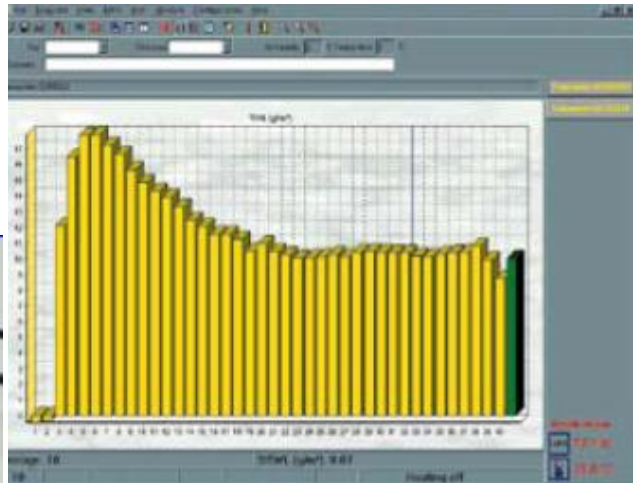


Figure18 Un enregistrement de la PIE

II. METHODE

Notre étude réalisée sur les 2 volontaires consiste en l'évaluation de la cinétique d'hydratation dynamique et statique induite après application du BK et de l'huile d'Argan.

2.1 La préparation avant l'expérience

La salle et le matériel nécessaires à l'expérimentation sont d'abord apprêtés. La climatisation de la salle se fait au moins 30 minutes avant l'installation des patientes. Les produits à appliquer sont également pesés au préalable grâce à une balance de précision. Sur les 2 avant-bras de chaque patiente sont tracés des carrés d'une surface de 9cm² délimitant les zones d'application des différents produits. Ainsi sur l'avant-bras droit le premier carré rencontré en partant du poignet correspond à la zone de contrôle qui est suivie d'un espace de 9cm² séparant la zone de contrôle de la zone d'application du BK. Cette dernière représente également 9cm² de surface. Le même schéma est reproduit sur l'avant-bras gauche sauf que sur celui-ci la zone d'application reçoit de l'huile d'Argan. Les patientes restent, dans les mêmes conditions environnementales de la salle durant 20min au repos.

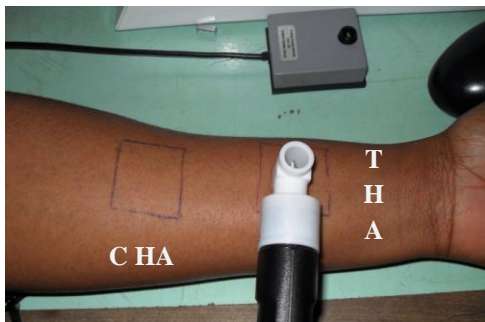


Figure 19 Mesure de la perte insensible en eau

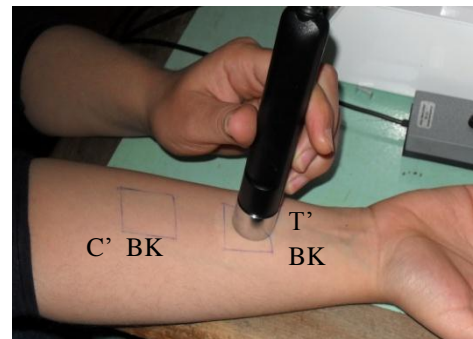


Figure 20 Mesure de l'index d'hydratation

2.2 L'expérience

À T0 sont mesurées l'hydratation et la PIE de base des différentes zones citées plus haut. Dès cet instant chaque produit est convenablement appliqué sur la zone qui lui est dédiée. Les mesures des différents paramètres se font de façon concomitante à partir de t0 le temps avant l'application des produits jusqu'à t8 l'heure de la dernière mesure.

III. RESULTATS

Les résultats figurant dans les différents tableaux représentent la moyenne et l'écart-type obtenus à l'issue de l'expérience répétée trois (3) fois dans des conditions quasi identiques. Les valeurs de la PIE et de l'index d'hydratation sont présentées dans des tableaux séparés. Dans chaque tableau dédié soit à la PIE ou à l'IH figurent les résultats du sujet 1 et du sujet 2. Les valeurs des mesures de la PIE et de l'IH ont servi à tracer des courbes de la variation obtenus après l'application du BK ou de l'HA. À côté sont également présentés les valeurs de l'humidité relative et de la température de l'environnement où sont réalisées ces mesures. Les résultats sont analysés statistiquement à l'aide du logiciel Kaleidagraph. On compare ainsi l'influence de l'application du BK et de l'HA chez un même individu à ceux de la zone de contrôle de l'avant-bras concerné. L'effet du BK et de l'HA entre nos deux sujets, est également comparé.

3.1 Le logiciel d'analyse statistique Kaleidagraph

Le logiciel Kaleidagraph est un outil assez facile à utiliser. Il sert à l'analyse de données et à tracer des graphiques Version 4.1 synergy software.

Les tests statistiques qui ont servi à notre analyse sont :

- Le test de Wilcoxon : c'est un test non paramétrique qui permet de comparer deux échantillons appariés ou indépendants. La condition de normalité n'est pas exigée pour utiliser ce test. Il peut servir à tester l'effet d'un traitement sur un caractère donné (si deux échantillons peuvent être issus de la même loi).
- Le test de Kruskal-Wallis: ce test est non paramétrique et compare les moyennes d'un groupe de sujets différents. Le test de Kruskal-Wallis permet de faire l'étude des liaisons entre un caractère quantitatif et un caractère qualitatif. C'est donc un équivalent non paramétrique de l'analyse de variance. Ce test est vivement recommandé dans tous les cas où on ignore la loi de distribution d'une variable, où on possède un petit échantillon et où on veut comparer plusieurs groupes d'individus dans l'échantillon.

Pour tous ces tests, le niveau de risque est $p=0,05$.

3.2 Les hypothèses d'analyse

- Hypothèse 1 : Les produits n'entraînent aucune variation. Cette hypothèse est testée en utilisant le test de Wilcoxon.
- Hypothèse 2 : Les variations sont identiques entre les sujets. Cette hypothèse est vérifiée en utilisant le test de Kruskal-Wallis.

3.3 Les résultats

3.3.1 La perte insensible en eau (PIE)

Tableau III effet du BK sur la PIE

Temps (h)	Sujet 1				Sujet 2			
	Contrôle PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Test PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Contrôle PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Test PIE (g/m ² .h)	Ecart- type
0	6,43	1,21	6,43	1,21	8,17	1,19	8,17	1,19
1	7,53	0,29	8,30	0,5	9,20	1,28	9,73	1,15
2	7,87	0,15	8,93	1,02	9,83	0,81	9,37	1,45
3	8,47	0,76	10,20	1,15	9,57	1,95	10,23	0,84
4	7,60	0,46	10,33	1,47	10,17	0,55	10,30	0,95
5	8,13	0,21	9,20	1,30	10,23	1,14	10,63	0,93
6	8,03	0,47	9,20	1,05	11,13	1,46	11,30	0,26
6h30	9,45	0,64	10,50	1,70	9,45	0,78	9,75	3,04
7	8,97	0,72	9,37	1,50	10,83	1,25	10,70	0,40
7h30	9,50	0,57	11,05	0,78	11,10	1,41	11,70	0,14
8	9,30	0,42	11,15	0,64	10,05	1,06	8,65	2,33

Tableau IV effet de l'HA sur la PIE

Temps (h)	Sujet 1				Sujet 2			
	Contrôle PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Test PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Contrôle PIE (g/m ² .h)	Ecart- type	Test PIE (g/m ² .h)	Ecart- type
0	7,03	1,40	7,03	1,40	7,77	0,85	7,77	0,85
1	7,63	0,11	8,40	0,80	9,00	1,66	9,63	0,66
2	8,20	0,61	9,03	0,75	9,97	0,81	9,67	0,71
3	8,57	0,45	10,60	0,65	10,03	1,07	9,57	1,11
4	8,57	0,51	9,77	1,17	9,97	0,72	11,07	0,83
5	8,33	0,47	9,17	0,92	10,43	1,11	10,37	0,58
6	8,77	0,47	8,83	0,95	10,93	1,46	11,03	0,96
6h30	9,05	0,78	10,20	0,85	10,90	2,26	10,45	0,35
7	9,13	0,35	9,77	0,95	10,63	1,30	10,30	0,36
7h30	8,95	1,77	10,50	0,42	11,60	1,13	10,80	0,56
8	9,20	0	9,25	0,07	10,95	2,05	10,60	0,14

variation de la PIE sujet1

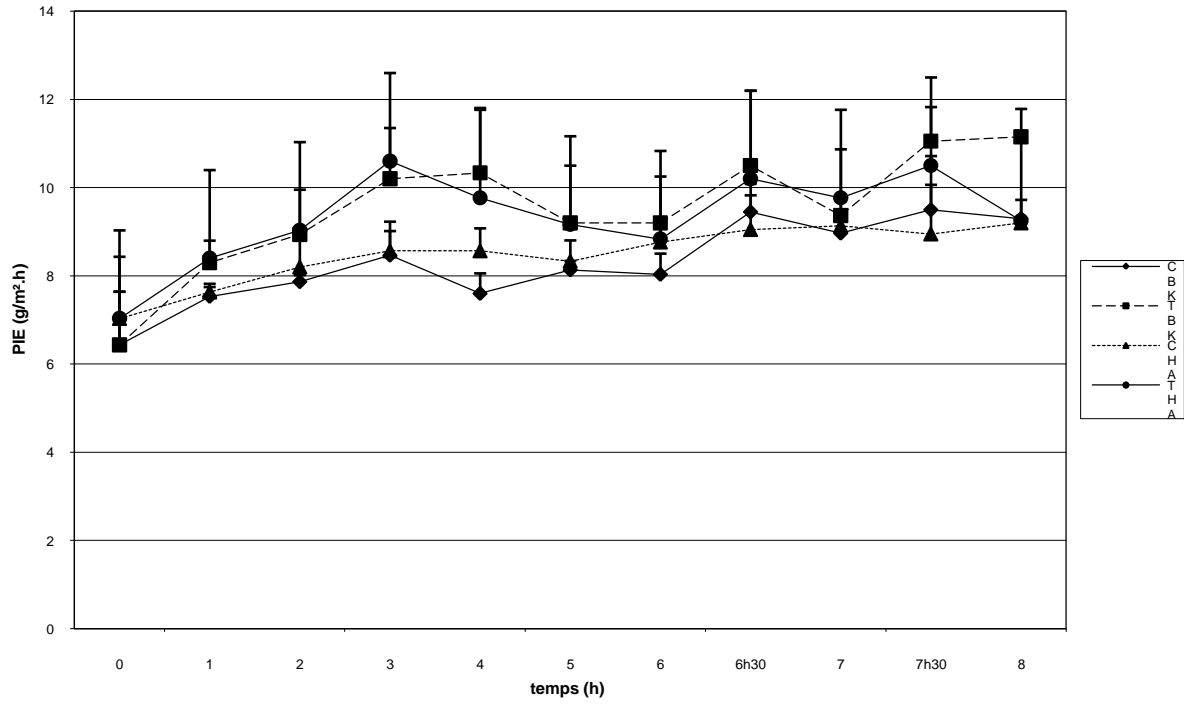


Figure 21 Variations de la perte insensible en eau: sujet1

variation de la PIE sujet2

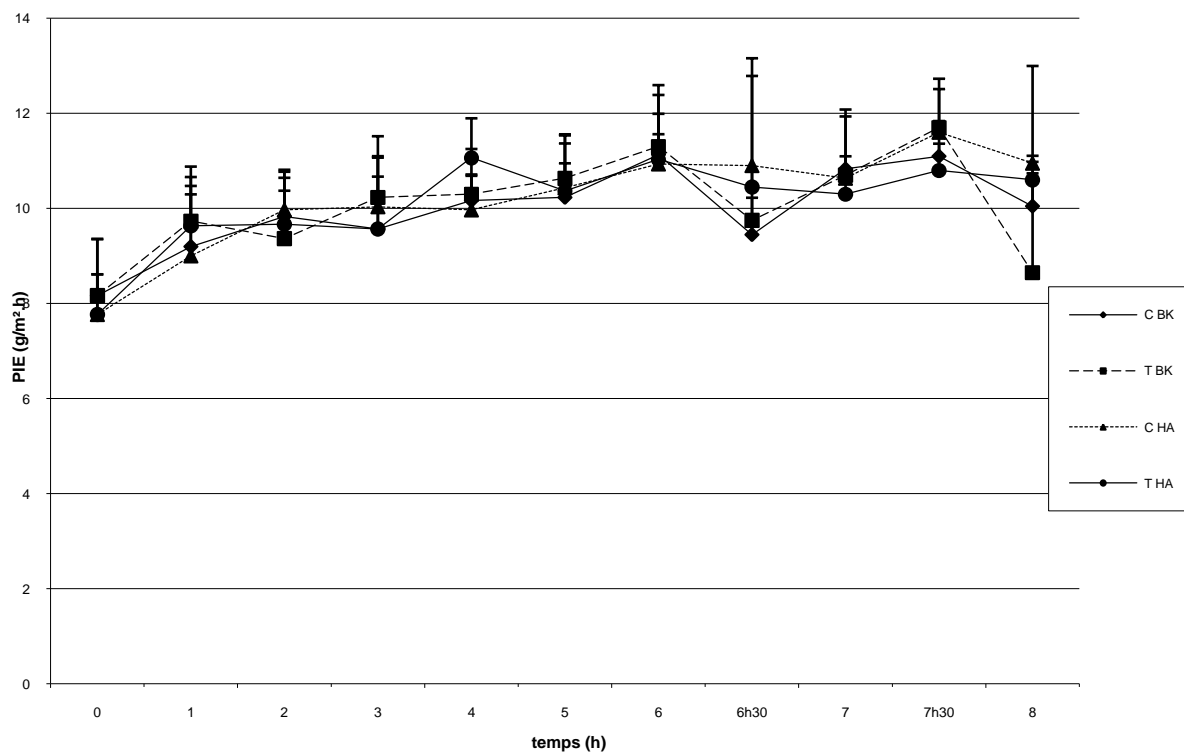


Figure 22 Variations de la perte insensible en eau: sujet2

Les résultats des tests statistiques figurent au niveau de l'annexe du document.

3.3.2 La cornéométrie : Index d'Hydratation (IH)

Tableau V effet du BK sur l'hydratation

Temps (h)	Sujet 1				Sujet 2			
	Contrôle hydratation (u.a.)	Ecart- type	Test hydratation (u.a.)	Ecart- type	Contrôle hydratation (u.a.)	Ecart- type	Test hydratation (u.a.)	Ecart- type
0	34,23	2,33	34,23	2,33	32,08	0,98	32,08	0,98
1	35,66	1,19	18,36	3,72	37,62	4,43	20,09	1,58
2	37,29	2,85	23,39	3,76	40,22	2,10	23,55	1,19
3	42,82	3,95	25,95	2,48	38,49	1,84	33,50	1,46
4	42,31	3,37	30,40	4,15	38,40	1,21	36,28	2,90
5	41,13	3,45	38,43	7,03	41,41	1,94	36,02	4,07
6	41,83	3,79	39,93	7,35	41,96	3,12	39,31	4,15
6h30	41,33	2,12	39,40	3,11	38,55	2,99	40,50	6,89
7	41,69	3,96	42,54	5,52	41,01	2,68	42,44	2,70
7h30	41,30	3,44	41,11	2,42	43,38	0,35	44,23	5,85
8	41,18	4,40	39,70	2,26	41,615	2,24	41,03	5,80

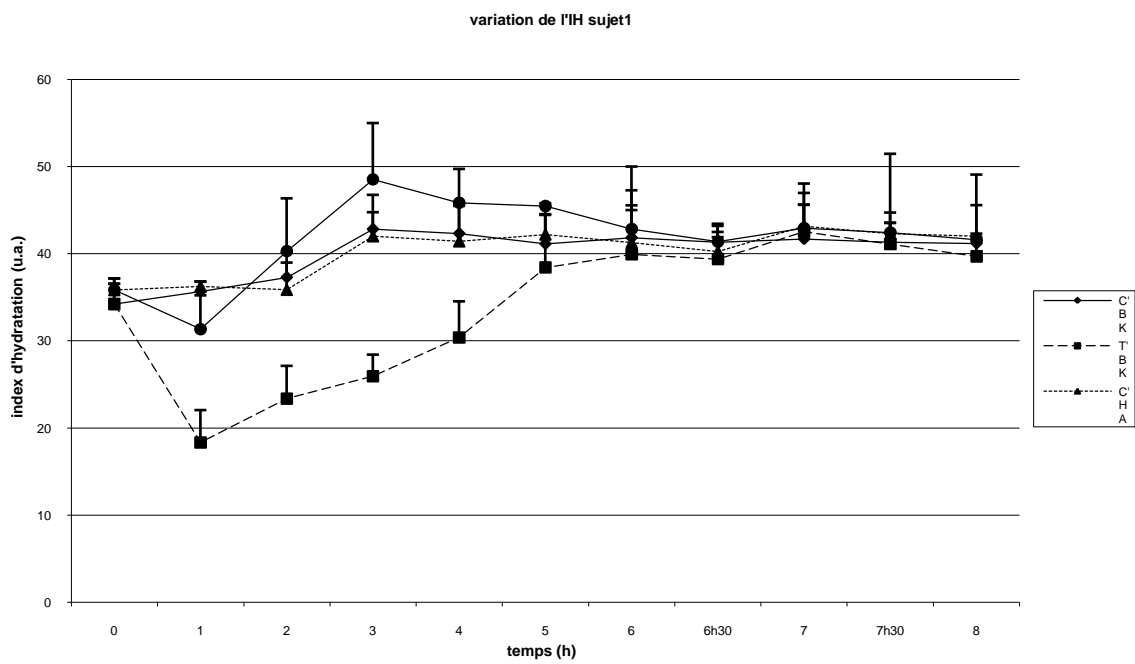


Figure 23 Variation de l'index d'hydratation: sujet1

Tableau VI effet de l' HA sur l'hydratation

Temps (h)	Sujet 1				Sujet 2			
	Contrôle hydratation (u.a.)	Écart-type	Test hydratation (u.a.)	Écart-type	Contrôle hydratation (u.a.)	Écart-type	Test hydratation (u.a.)	Écart-type
0	35,84	1,33	35,84	1,33	33,49	4,03	33,49	4,04
1	36,25	0,55	31,67	3,88	36,55	4,77	38,26	7,56
2	35,88	3,12	40,30	6,07	36,65	4,99	42,44	4,21
3	41,99	2,78	48,52	6,48	37,79	3,50	42,16	0,41
4	41,42	4,09	45,84	3,90	38,69	4,55	43,72	4,23
5	42,20	2,26	45,46	0,35	38,31	4,83	43,91	5,09
6	41,27	3,75	42,84	7,17	38,47	4,78	42,49	2,87
6h30	40,25	1,67	41,38	1,82	34,95	1,77	39,43	0,19
7	43,15	2,47	42,95	4,04	41,50	2,87	43,48	3,61
7h30	42,28	1,29	42,43	9,05	35,75	4,21	42,17	0,85
8	42,01	0,30	41,60	7,49	40,42	2,76	41,26	1,65

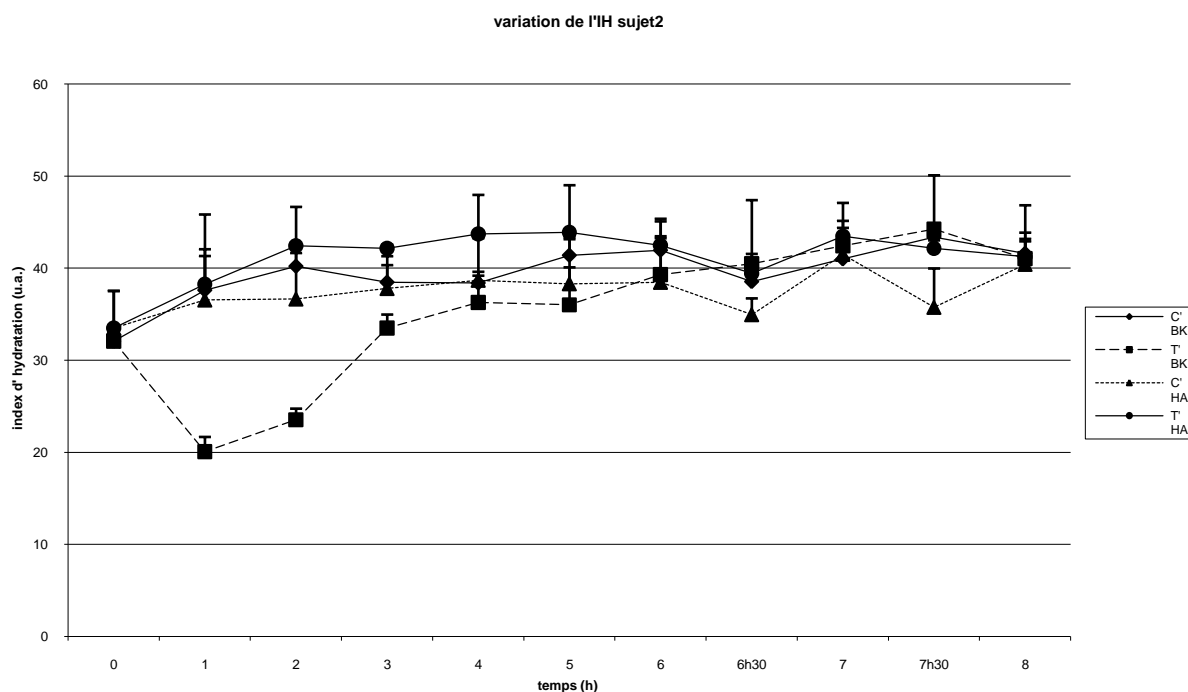


Figure 24 Variation de l'index d'hydratation: sujet2

3.3.3 Conditions opératoires

Tableau VII moyennes des paramètres l'expérience

	PIE (g/m ² .h)				IH (u.a.)			
	C BK	T BK	C HA	T HA	C' BK	T' BK	C' HA	T' HA
Sujet 1	8,30±0,95	9,51±1,37	8,49±0,67	9,32±1,03	40,07±2,91	33,95±8,21	40,23±2,81	41,71±4,67
Sujet 2	9,97±0,88	10,05±1,06	10,20±1,06	10,11±0,94	39,52±3,06	35,37±7,69	37,51±2,34	41,16±3,08

	T °C	HR%
Sujet1	22,24±1,05	58,92±1,47
Sujet2	22,34±1,06	59,07±1,47

Tableau VIII variations de l'Humidité Relative (RH) et de la Température (T)

Temps (h)	Sujet1				Sujet2			
	Humidité Relative (%)	Ecart-type	Température (°C)	Ecart-type	Humidité Relative (%)	Ecart-type	Température (°C)	Ecart-type
0	61,2	4,8	20,2	1,9	61,2	5,0	20,3	1,6
1	58,7	7,1	21,0	1,2	59,2	5,8	21,3	1,0
2	59,5	5,1	21,8	0,7	58,8	6,1	21,9	0,8
3	59,4	6,8	21,6	1,5	58,9	5,5	21,9	1,3
4	58,8	6,2	22,1	1,1	59,1	5,9	22,3	1,1
5	58,9	6,3	22,5	1,1	58,3	5,6	22,7	1,1
6	58,6	5,6	22,6	1,1	59,4	5,8	22,9	0,8
6h30	59,4	5,5	22,9	1,0	59,6	6,6	22,9	0,9
7	56,1	6,1	23,0	1,2	56,5	6,4	23,0	1,1
7h30	56,8	5,6	22,9	1,3	57,3	5,2	22,9	1,3
8	60,7	0	24	0	61,5	0	24	0

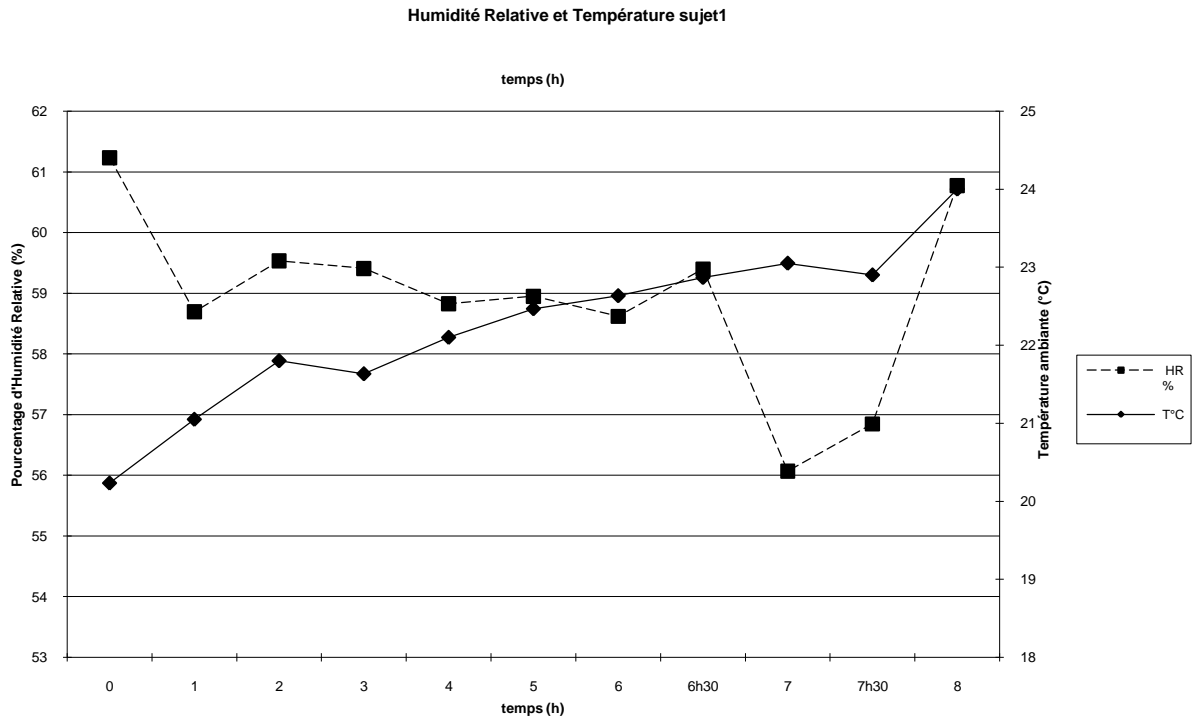


Figure 25 Variations de l'humidité relative et de la température ambiante : sujet1

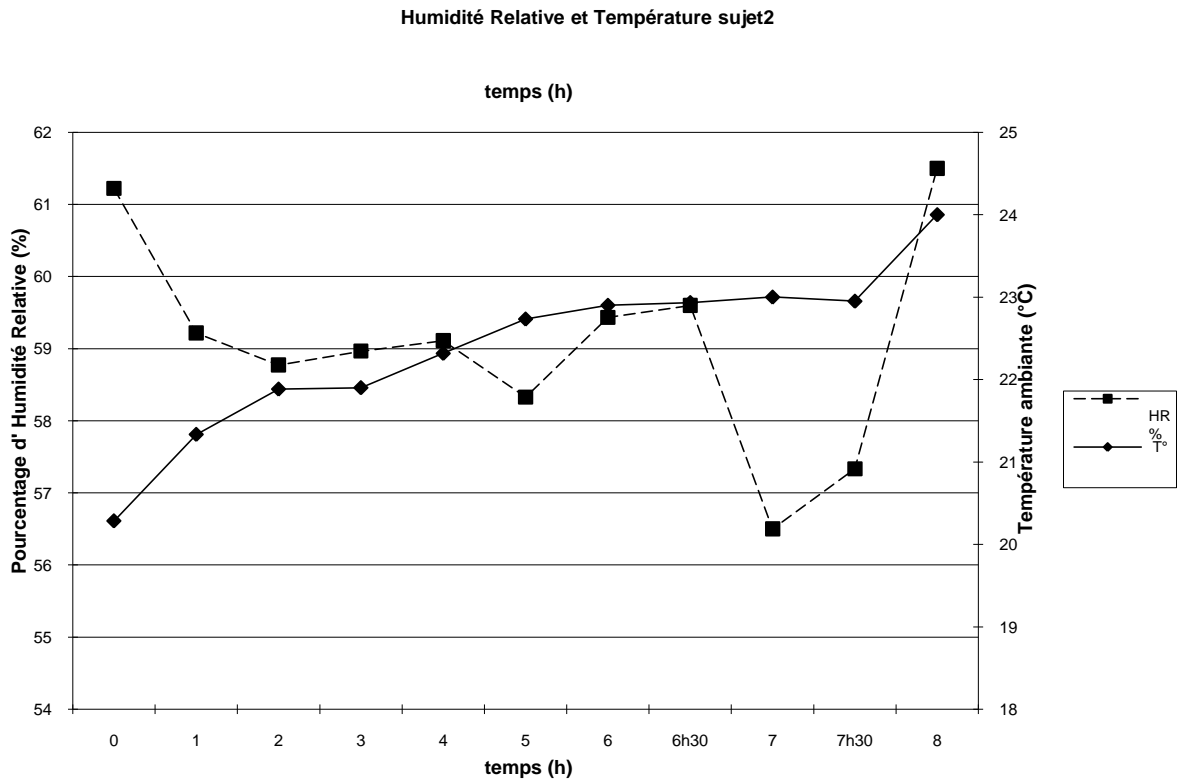


Figure 26 Variations de l'humidité relative et de la température ambiante: sujet2

IV. ANALYSE ET DISCUSSION

Le thème de l'hydratation cutanée a déjà fait l'objet d'une étude menée sur 58 volontaires aussi bien des hommes que des femmes (ratio=0,57 en faveur des femmes). Cette précédente étude avait comparé l'effet de l'application du BK et de l'HA sur l'hydratation de la peau. Cette étude a duré 28 jours durant lesquels 30 personnes ont été traitées par le BK et 28 personnes traitées par l'HA. A l'issue de ce travail, de nombreux axes de recherche sur l'effet de l'application du BK et de l'HA sur la peau ont été dégagés. Les résultats de cette étude préalable ont montré au delà des attentes que ces deux (2) produits entraînaient une augmentation de la PIE. Cette augmentation était significative avec l'HA contrairement au BK. En ce qui concerne l'IH, il a augmenté de façon significative avec le BK moins qu'avec l'HA. L'augmentation anormale de la PIE pourrait être en relation avec le moment où se font les mesures après l'application des produits.

Ces constats nous ont donc motivé à mener une étude de la cinétique d'hydratation de la peau par le BK et l'HA. Le but de cette présente étude est de mieux cerner les variations qui se produisent directement après l'application de nos produits. En effet, dans la précédente étude, les mesures de la PIE et de l'IH se faisaient le lendemain de l'application du produit. Ceci laisse planer un doute sur la précision des valeurs obtenues, dû au manque de maîtrise des délais qui séparent l'application de la mesure.

Les mesures réalisées au cours de notre étude s'étendent sur huit (8) heures et aboutissent aux résultats présentés dans le paragraphe précédent.

Pour tous les tests statistiques réalisés, le niveau de risque est $p=0,05$.

4.1 Analyse des résultats

4.1.1 Conditions opératoires

Les résultats présentés dans le tableau VIII sont ceux de la température et de l'humidité relative de l'air ambiant qui règnent au moment des mesures. Ce sont en effet, des paramètres susceptibles de biaiser les résultats. La première loi de Fick démontre clairement la dépendance de la PIE (mesurée par le Téwamètre) vis-à-vis de l'humidité de l'air. Ainsi à 100% d'humidité relative, la PIE est nulle et vice versa⁶³. Concernant l'IH, la sonde cornéomètre utilise la capacitance à basse fréquence ce qui la rend très sensible aux variations de teneur en eau. Or il se trouve qu'à basse fréquence, les valeurs de capacitance de l'air ambiant biaisent celle de la peau. Pour pallier à ce problème, il vaudrait mieux utiliser un appareil à plusieurs fréquences.⁵⁴ Les hautes fréquences sont exclusivement réservées aux mesures de capacitance de l'humidité ambiante. On en déduit donc les valeurs de capacitance de la peau. Ne disposant que du cornéomètre pour évaluer l'IH, nous avons scrupuleusement enregistré les valeurs de la température et de l'humidité relative de l'air lors des mesures.

L'analyse de variance (ANOVA) de ces résultats donne le même $p=0,81$ pour HR1, HR2 et T1 et T2. Les résultats de T et de l'HR ambiantes ne sont statistiquement pas différents. Ainsi l'on peut dire que nos mesures ont été réalisées dans des conditions ambiantes stables.

4.1.2 Analyse de la PIE

4.1.2.1 Comparaison intra individus : vérification de l'hypothèse 1

A partir des tableaux III et IV, les valeurs des contrôles sont comparées.

- Les résultats de la PIE du sujet1 nous montrent que :

En comparant par le test de Wilcoxon les valeurs des contrôles réservés au BK et à l'HA, on obtient $p=0,21$. Nous pouvons ainsi constater qu'il n'existe aucune différence significative entre les valeurs de contrôles de la PIE. Le C BK1 et le C HA1 ne sont statistiquement pas différents.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C BK1 à T BK1 celle de la zone de test, on obtient $p=0,0059$. La valeur de PIE du contrôle est statistiquement différente de celle du test au BK.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C HA1 à T HA1 celle de la zone de test, on obtient $p=0,0059$. La valeur de PIE du contrôle est statistiquement différente de celle du test à l'HA.

En comparant les deux zones de test T BK1 et T AH1 chez le même sujet1 on obtient $p=0,69$. Les valeurs de la PIE issues du test par les deux produits ne sont statistiquement pas différentes.

Les valeurs de la PIE chez le sujet1 sont modifiées au même degré après application des deux (2) produits par rapport aux contrôles respectifs.

- Les résultats de la PIE du Sujet2 nous montrent que :

En comparant par le test de Wilcoxon les valeurs des contrôles réservés au BK et à l'HA, on obtient $p=0,30$. Nous constatons qu'il n'existe aucune différence significative entre les valeurs de contrôles de la PIE. Le C BK2 et le C HA2 ne sont statistiquement pas différents.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C BK2 à T BK2 celle de la zone de test, on obtient $p=0,33$. La différence entre le contrôle et le test est statistiquement non significative.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C HA2 à T HA2 celle de la zone de test, on obtient $p=0,47$. La différence entre le contrôle et le test est statistiquement non significative.

En comparant les deux zones de test chez le même sujet2 on obtient $p=0,96$. Les valeurs de la PIE obtenues en testant les deux produits ne sont statistiquement pas différentes.

Les valeurs de la PIE chez le sujet2 ne sont pas perturbées par l'application des deux (2) produits.

4.1.2.2 Comparaison inter individus : vérification de l'hypothèse 2

Nous avons également comparés les sujets entre eux afin de déceler une éventuelle différence liée au sujet.

- Les zones contrôles :

En comparant le C BK1 et le C BK2 à l'aide du test de Kruskal-Wallis, on obtient $p=0,0008$. Les valeurs des contrôles de PIE du BK sont différentes entre les sujets. Les deux sujets ont donc une PIE basale différente à savoir en moyenne 8,30 et 9,97 g/m².h respectivement pour le sujet1 et le sujet2.

En comparant le C HA1 et le C HA2 à l'aide du test de Kruskal-Wallis, on obtient $p=0,001$. Les valeurs des contrôles de PIE de l'HA sont différentes entre les sujets.

- Les zones tests :

La comparaison entre T BK1 et T BK2 par le test de Kruskal-Wallis donne $p=0,36$. Les valeurs de PIE des tests au BK ne sont statistiquement pas différentes.

La comparaison entre T HA1 et T HA2 par le test de Kruskal-Wallis donne $p=0,057$. Les valeurs de PIE des tests à l'HA ne sont statistiquement pas différentes.

Nos résultats nous permettent d'affirmer que chez un même sujet, il n'existe pas de différence entre les valeurs des contrôles de la PIE. L'application de BK et/ou d'HA entraîne une augmentation de la PIE chez le sujet 1. A l'opposé, le sujet 2 présente une stabilité de la PIE à l'application du BK et/ou d'HA.

À propos de l'hydratation du SC, notre expérimentation a révélé que les effets de l'HA et du BK sont loin d'être les mêmes.

4.1.3 Analyse de l'IH

4.1.3.1 Comparaison intra individus: vérification de l'hypothèse 1

A partir des tableaux V et VI, les valeurs des contrôles sont comparées.

- Les résultats de l'IH du sujet 1 nous montrent que :

En comparant par le test de Wilcoxon les valeurs des contrôles réservés au BK et à l'HA, on obtient $p=0,59$. Nous pouvons ainsi constater qu'il n'existe aucune différence significative entre les valeurs de contrôles de l'IH. Le C' BK1 et le C' HA1 ne sont statistiquement pas différents.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C' BK1 à T' BK1 celle de la zone de test, on obtient $p=0,011$. La valeur de l'IH du contrôle est statistiquement différente de celle du test au BK.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C' HA1 à T' AH1 celle de la zone de test, on obtient $p=0,18$. Les valeurs de l'IH ne sont pas différentes après l'application de l'HA.

En comparant les deux zones de test T' BK1 et T' AH1 chez le même sujet1 on obtient $p=0,00098$. Les valeurs de l'IH issues du test par les deux produits sont statistiquement différentes.

- Les résultats de l'IH du Sujet2 nous montrent que :

En comparant par le test de Wilcoxon les valeurs des contrôles réservés au BK et à l'HA, on obtient $p=0,03$. Nous pouvons ainsi constater qu'il existe une différence significative entre les valeurs de contrôles de l'IH. Le C' BK2 et le C' HA2 sont statistiquement différents.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C' BK2 à T' BK2 celle de la zone de test, on obtient $p=0,066$. La valeur de l'IH du contrôle n'est statistiquement pas différente de celle du test au BK.

En comparant par le test de Wilcoxon la valeur du contrôle C' HA2 à T' AH2 celle de la zone de test, on obtient $p=0,0059$. Les valeurs de l'IH sont différentes après l'application de l'HA.

En comparant les deux zones de test T' BK2 et T' AH2 chez le même sujet2 on obtient $p=0,024$. Les valeurs de l'IH issues du test par les deux produits sont statistiquement différentes.

4.1.3.2 Comparaison inter individus : Vérification de l'hypothèse 2

Nous avons également comparés les sujets entre eux afin de déceler une éventuelle différence liée au sujet.

- Les zones contrôles

En comparant le C' BK1 et le C' BK2 à l'aide du test de Kruskal-Wallis, on obtient $p=0,58$. Les valeurs des contrôles de l'IH du BK ne sont pas différentes entre les sujets.

En comparant le C' HA1 et le C' HA2 à l'aide du test de Kruskal-Wallis, on obtient $p=0,033$. Les valeurs des contrôles de l'IH réservées à l'HA sont différentes entre les sujets. Le C' HA1 est supérieur au C' HA2 (tableaux de moyennes).

- Les zones tests

La comparaison entre T' BK1 et T' BK2 par le test de Kruskal-Wallis donne $p=0,72$. Les valeurs de l'HI des tests au BK ne sont statistiquement pas différentes.

La comparaison entre T' HA1 et T' HA2 par le test de Kruskal-Wallis donne $p=0,67$. Les valeurs de l'IH des tests à l'HA ne sont statistiquement pas différentes.

A partir des résultats obtenus, il apparaît que chez le sujet1 l'IH des zones de contrôles n'est statistiquement pas différents. En effet, les mesures chez le sujet1 ont été réalisées sur le même avant-bras. Il est donc évident que les valeurs des contrôles soient les mêmes. Le sujet2 quant à lui présente une différence de valeurs de l'IH des zones de contrôles C' BK2 et C' HA2. L'IH serait-il différent chez un même individu d'un bras à l'autre ?

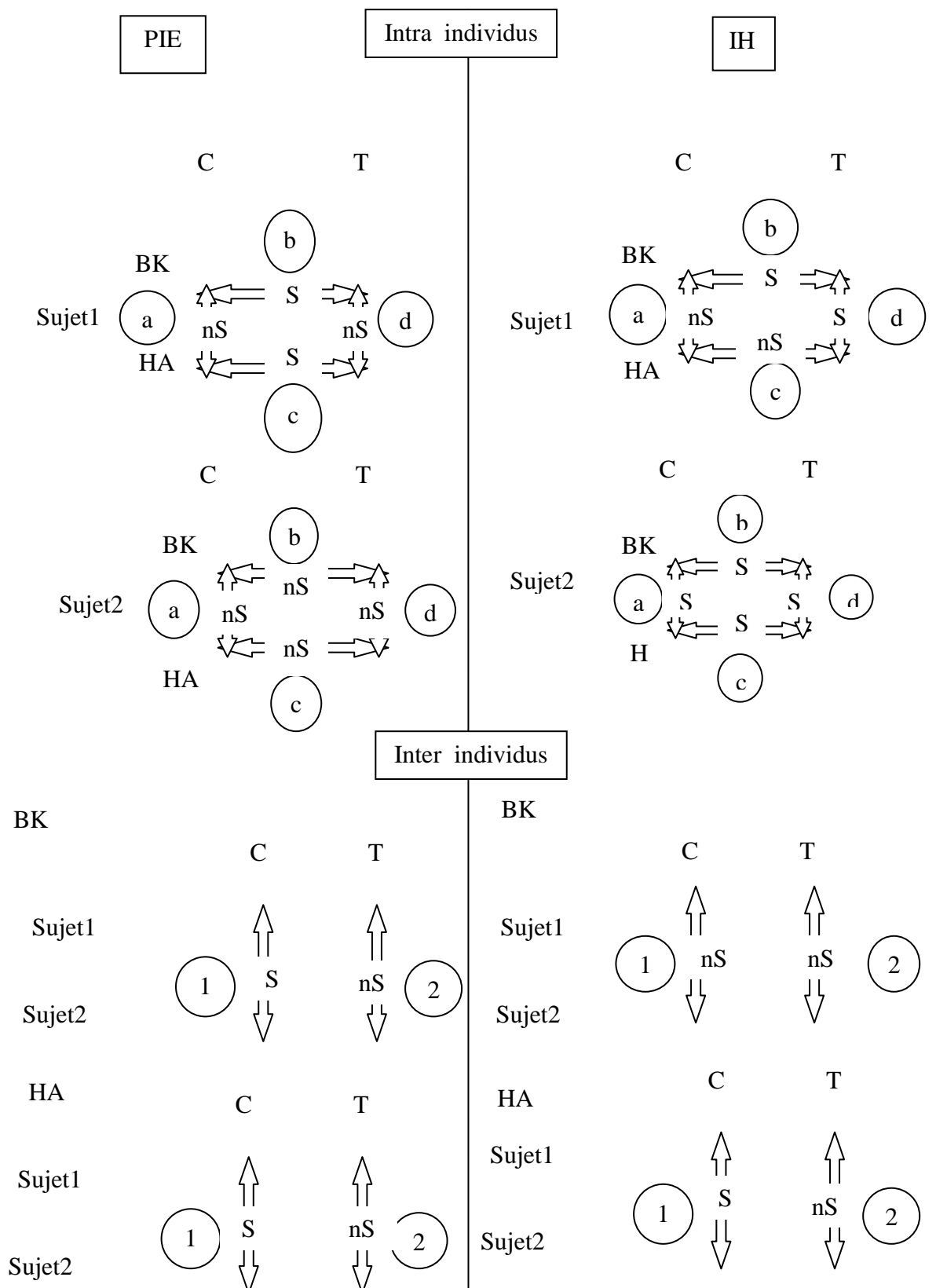


Figure 27 Récapitulatif de l'analyse des résultats de la cinétique de laPIE et de l'IH après application de l'HA et du BK

S: 0,05≤ significatif ; nS: 0,05> non significatif

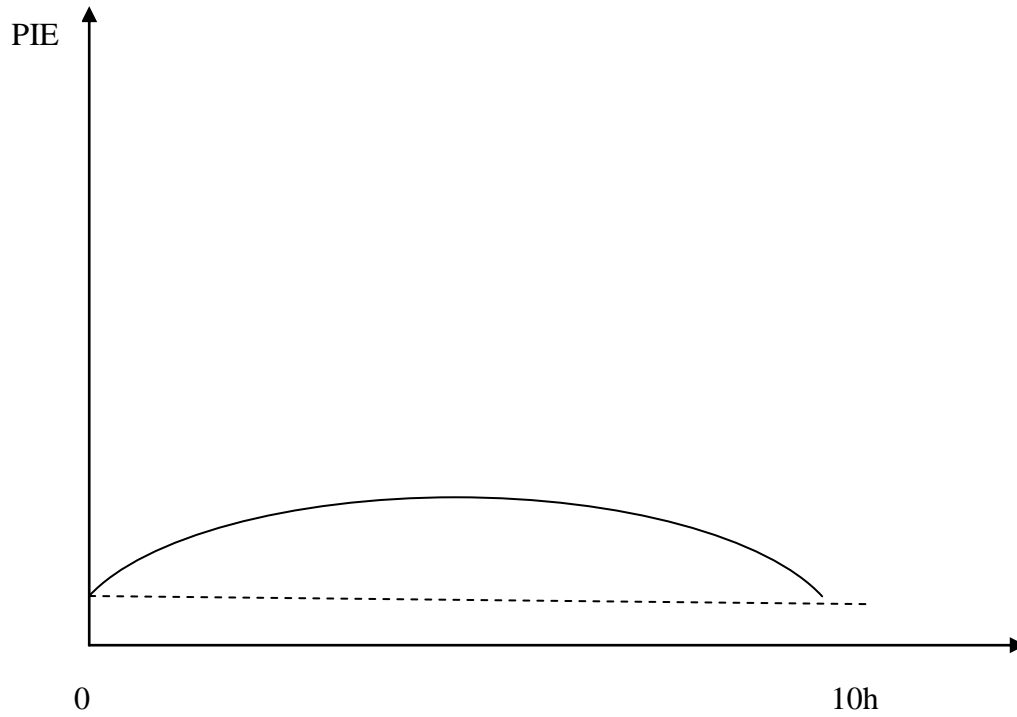


Figure 28 Schéma d'explication des perturbations de la PIE après l'application des produits

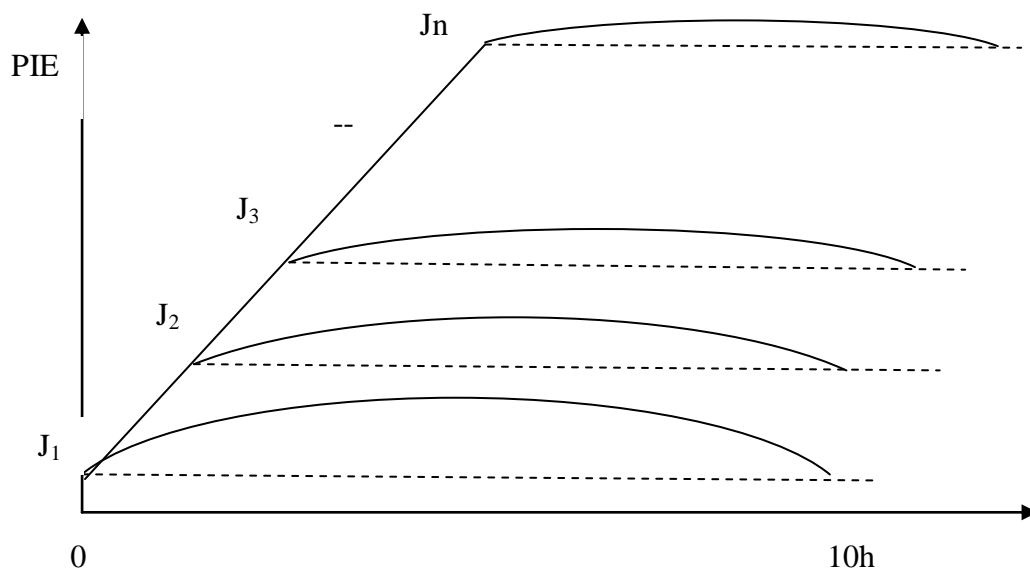


Figure 29 Schéma d'explication des perturbations de la PIE après de multiples applications des produits

4.2 Discussion

La PIE

Les valeurs des contrôles entre les deux sujets sont différentes tandis que les valeurs des tests sont de même ordre. La PIE du sujet1 malgré son augmentation reste à un seuil qui est le même pour le sujet2. Nous nous interrogeons sur l'origine de la différence de réaction de la PIE entre le sujet1 et le sujet2. L'on pourrait envisager que ces résultats de la PIE soient liés au phototype de peau de nos sujets. Le sujet2 de phototype de peau V aurait éventuellement une aptitude à stabiliser sa PIE par rapport au phototype peau IV du sujet1. Ceci irait en contradiction avec les résultats de Fotoh et al. 2008. Ces derniers n'ont trouvé aucune différence significative entre les valeurs de la PIE de sujets africains, caucasiens et afro-caribéens. Cependant rien ne nous dit comment se met en place cette stabilité de la PIE inter individu. Il pourrait exister une accommodation différente au produit appliqué chez des sujets ayant des différences physiologiques liées au type de peau. D'autre part, l'augmentation de la PIE chez le sujet1 peut être liée à l'état d'arrangement des lipides intercornéocytaires. Dans ce cas, nos produits hydratant favoriseraient l'apparition d'un arrangement orthorhombique au détriment d'un arrangement hexagonal. Ce changement peut être accompagné par des perturbations de la PIE. Et une fois que cetarrangement orthorhombique des lipides est atteint dans des proportions adéquates, il offre moins de zone de perméabilité au sein du SC⁴⁶. Ainsi on parvient au seuil de stabilité de la PIE.

La mesure de la PIE explore la fonction d'intégrité de la peau. Selon Boncheva, 2009 la valeur critique de la PIE est de 12 g/m².h. Au-delà de celle-ci l'on considère que la barrière cutanée est détériorée. Les résultats de nos expériences montrent qu'après l'application du BK ou de l'HA, la PIE peut être légèrement élevée sans jamais atteindre la valeur critique de la PIE. Nous avons obtenu comme moyennes de PIE avec le BK : T BK1=9,51±1,37 g/m².h et

T BK2=10,05±1,06 g/m².h. Avec l'HA, nous avons : 9,32±1,03 g/m².h et 10,11±0,94 g/ m².h. Ce dernier point vient nous conforter dans le fait que, le BK et l'HA sont des bases de produits cosmétiques qui ne présentent aucun risque de détérioration de la barrière qu'est le SC.

En ce qui concerne l'évaporation de l'eau libre, le BK et l'HA semblent ne pas induire l'effet occlusif escompté. Le BK et l'HA sont généralement classés parmi les substances filmogènes hydrophobes, qui ont la particularité de créer un effet d'occlusion au niveau de la zone d'application cutanée.⁸⁹ Cette occlusion se matérialise par une diminution de la PIE. Nous pouvons considérer que nos résultats ne sont pas forcément en contradiction avec ce principe.

En effet, bien que le sujet1 présente une PIE légèrement élevée, cette augmentation reste peu significative. Le comportement de la PIE reste du même ordre d'un sujet à l'autre.

Nos résultats confirment partiellement ceux de la précédente étude. Il est clair que l'application de l'HA et/ou du BK induit des perturbations de la PIE. Cette PIE a tendance à augmenter dans les premières heures voire les premières semaines d'application de BK et/ou d'HA. Cependant cette augmentation n'est pas réelle mais c'est tout simplement un phénomène temporaire et isolé. En effet on constate qu'à la huitième heure (8h), la valeur de la PIE retourne à une valeur peu différente de la normale: C BK1= 9,30 ±0,42g/m².h; T BK1=11,15±0,64 g/m².h. Il paraît donc évident de pouvoir fixer, la période précise à partir de laquelle les mesures de la PIE peuvent être considérées comme significatives. Cette significativité tient compte de l'effet réel de ces produits sur la PIE et non des perturbations temporaires qui peuvent survenir au début du traitement. Notre étude présente toutefois de nombreuses limites qui rendent difficile l'attribution des causes aux différents phénomènes observés au niveau de la PIE. La faible représentativité de l'échantillon ne nous permet pas de trancher sur les raisons de l'élévation de la PIE. Les conditions de mesure ont

été gérées avec une relative rigueur dans la mesure de ce dont nous disposions. La durée de 8h de notre étude se trouve insuffisante pour tirer des conclusions définitives. Il serait également intéressant de mener une étude plus précise pour conclure sur le pouvoir occlusif de l'HA et du BK. Celle-ci pourrait faire intervenir la détérioration préalable de la barrière cutanée, pour ensuite mieux cerner l'influence des deux produits sur les valeurs de la PIE.

L'IH

L'application du BK fait varier l'IH du sujet1 contrairement au sujet2 où la variation n'est pas significative. En effet suite à l'application du BK, on observe une diminution de l'index d'hydratation chez les sujets dès la première heure. Le BK de par son épaisse consistance est difficile à faire pénétrer même avec un massage conséquent. Il en résulte qu'à la surface de la peau se forme un voile lipidique qui s'estompe dans le temps et fait place à l'augmentation de l'IH⁹⁵.

A la première heure, bien que l'index d'hydratation du BK soit en dessous de la normale, il augmente progressivement à partir de 2h jusqu'à atteindre la valeur des contrôles. Ce n'est donc pas une augmentation réelle mais plutôt la valeur de base masquée par le film lipidique. Aussi est il surprenant de constater qu'avec le sujet2, le retour à la normale se fait plus rapidement comparé au sujet1. En effet, le retour à la valeur normale chez le sujet2 survient au bout de la troisième heure. Ce retour rapide se traduit statistiquement par $C' BK2 = T' BK2$, $p=0,25$. Il n'y a aucune différence entre $C' BK2$ et $T' BK2$. Cependant chez le sujet1, le retour apparaît qu'à la sixième heure où $C' BK1 = T' BK1$, $p=0,09$. À quoi donc serait dû ce retard dans la réponse de l'hydratation du sujet1 ?

On peut établir un lien entre ce retard et l'élévation de la PIE chez le sujet1. En effet, l'augmentation de la PIE se fait progressivement jusqu'au seuil de stabilité de la PIE. De façon concomitante, l'IH augmente progressivement avec la disparition du film lipidique créée par le BK sur la peau.

Une autre possibilité de réponse serait qu'il existe une différence d'interaction BK /lipides interépidermiques liée au phototype cutané. Les résultats de la recherche de Gerals pour le compte d'Unilever montrent bien que, les différences de valeurs biométrologiques entre des personnes de phototypes différents ne sont statistiquement pas significatives. Il n'en demeure pas moins que la réponse à certains produits soit spontanée chez les uns que chez d'autres types de peau. Ainsi le BK pourrait pénétrer la peau plus rapidement chez un sujet que chez l'autre.

On pourrait aussi attribuer ce décalage entre le sujet1 et le sujet2 aux habitudes de soins corporels de ces derniers. En effet, nous avons juste demandé à nos sujets, de s'abstenir d'utiliser leur produit de soins corporels sur les régions servant à l'expérience. La durée de cette abstention est sans doute courte, pour négliger l'effet rémanent de l'utilisation de leurs produits cosmétiques personnels. Ainsi un sujet qui utilise de façon régulière des soins hydratants se prémuni d'une ré-adéquation aisée de son degré d'hydratation cutanée dans une situation de stress.

Par ailleurs l'application de l'HA fait varier l'IH du sujet2 contrairement au sujet1.

L'HA appliquée directement sur la peau pénètre aisément en exerçant un léger massage. Sa consistance fluide facilite son étalement et au-delà sa pénétration cutanée. En considérant que l'HA n'exerce aucune occlusion, son influence sur l'index d'hydratation serait liée à sa composition en acides gras. Comme dans l'étude de Caussin et Bouwstra, les acides gras de l'HA sembleraient pénétrer le SC et rendre moins perméables à l'eau les zones lipidiques de cette barrière. Cette imperméabilité est soit physique ou physico-chimique. Cela signifie que les acides gras provenant de l'HA deviennent des lipides à part entière des espaces intercornéocytaires ou alors qu'ils modifient l'arrangement préexistant comme il a été dit plus haut. Dans les deux cas la barrière cutanée est davantage

effective et permet une accumulation de l'eau dans les couches supérieures de l'épiderme. Ceci se traduit par une élévation de l'index d'hydratation.

Les valeurs d'IH des zones contrôles (C' BK1 C' BK2 et C' HA1 C' AH2) sont différentes. Cependant celles des zones tests sont de même ordre du sujet1 au sujet2 en considérant le produit appliqué. On pourrait aussi penser à propos de l'IH, qu'il existe un seuil à partir duquel l'effet réel du BK/HA est perceptible. L'application de ces produits entraîne des perturbations qui tendent à niveler l'IH au même seuil de réponse pour tous les sujets.

Les variations de l'IH induites par le BK et l'HA sont différentes chez un même sujet mais peu significatives entre le sujet1 et le sujet2.

Notre étude ne nous permet pas de juger de l'effet du BK par rapport à celui de l'HA sur l'IH. Toutefois on comprend aisément qu'il existe un seuil d'IH qui correspond à une durée d'application précise. A partir de ce seuil on est sûr d'évaluer l'effet propre du produit sur l'hydratation cutanée. Pour déterminer ce seuil, il serait judicieux de pousser l'expérience au-delà de 8h et de faire des applications multiples des produits.

L'on pourrait aussi compléter notre étude par des mesures des lipides sus-épidermiques.⁹⁴ En effet le matériel utilisé pour nos expériences est doté d'une sonde sébumètre capable de mesurer l'index lipidique de la peau. L'action cosmétologique du BK et de l'HA serait mieux isolée après cette batterie de test et leur rôle dans le processus d'hydratation mieux compris.

Notre travail est arrivé à son terme avec quelques failles notamment, celles liées à :

- la climatisation de la salle
- le manque d'effectif considérable de volontaires
- quelques problèmes liés au bon fonctionnement de l'appareil

- les perturbations mineures liées à l'expérimentateur et aux volontaires
- la pureté et la qualité des produits testés
- la quantité de produit appliquée.

Tous ces facteurs précités, gagneraient à bénéficier davantage d'attention. Notre étude ajoute cependant, un plus à la banque de données concernant l'hydratation cutanée et celles du mécanisme d'action du BK et de l'HA. À la question de savoir les phénomènes qui se passent en temps réel après application de nos produits nous avons partiellement répondu. Nous sommes encouragés de poursuivre dans le même sens nos expérimentations, en prenant le soin de combler les défauts de ce travail. Nous aboutirons ainsi à identifier et à prévoir de façon exacte, les effets cosmétologiques et biophysiques de ces produits.

CONCLUSION

L'hydratation de la peau est donc évaluable à l'aide d'une panoplie d'appareils issus de la bio-ingénierie. Le cornéomètre et le tewamètre demeurent les outils indispensables pour caractériser l'hydratation de la peau. Leur utilisation doit se faire de façon simultanée du fait que, le cornéomètre n'est pas sensible à une éventuelle détérioration du SC.

Notre étude a été menée dans le but de répondre à certaines questions soulevées lors de l'étude précédente qui portaient sur l'effet hydratant du BK et de l'HA. Elle avait été réalisée sur 58 personnes pendant 28 jours. A la faveur de cette dernière, il a été observé que la PIE des sujets augmentait de façon inespérée après l'application du BK et/ou de l'HA. Au vu de cela, nous avons investigué sur la cinétique d'hydratation de la peau durant 8 heures après application de ces 2 produits. Au terme de notre travail, force est de reconnaître que l'utilisation de ces deux produits entraîne dans l'immédiat, des perturbations au niveau de la PIE et de l'IH. On constate une augmentation de la PIE. Toutefois, cette augmentation ne dure pas dans le temps. En effet à la huitième heure, au terme de l'expérience, on constate qu'en comparant le contrôle avec le test on obtient quasiment la même valeur. La PIE retourne à sa valeur de base au bout 8 heures. Il existe de ce fait une zone de turbulence de la PIE qui délimite un délai pour sa mesure. Lorsque la mesure est réalisée à l'intérieur de cette zone de turbulence, on assiste à une élévation de la PIE. Cependant cette élévation n'est pas réelle puisque passé le délai minimum (8h-10h) pour la mesure, la PIE est inchangée par rapport au contrôle. Nous supposons donc que l'augmentation de la PIE observée au cours de la précédente étude est liée au manque de rigueur dans le délai de la mesure. Grâce à notre travail, nous avons pu répondre à la question de l'origine de la PIE élevée induite par les produits. Pour conclure sur notre

étude, nous dirons que d'énormes voies d'investigations ce sont offertes à nous. Nous avons ainsi pu mettre l'accent sur l'existence d'une éventuelle différence de valeur d'hydratation entre les deux avant-bras d'un même individu. L'on pourrait donc poursuivre cette étude en investiguant dans ce sens. Dans ce futur travail, le délai de prise de mesure de la PIE devra être fixé entre la huitième et la dixième heure après l'application du produit. Il serait également utile de pallier aux limites environnementales et logistiques rencontrées au cours de notre travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ferraq M. Y. *Développement D'un Modèle De Cicatrisation Épidermique Après Une Désépidermisation Laser*. Thèse d'Ingénierie Médicale et Biologique, U.F.R Médecine Paul Sabatier Toulouse, Université Toulouse III, 2007 p17.
2. Agache P. *Physiologie De La Peau Et Explorations Fonctionnelles Cutanées*, Collection explorations fonctionnelles humaines 2000, ISBN 2 7430 0360 X, p706.
3. Wickett Randall R. *Structure And Function of The Epidermal Barrier*, Am J Infect Control 2006; 34:S98-110.
4. Boyer G. *Dynamic Indentation on Human Skin in Vivo: Ageing Effects*, Skin Res Technol 2009; 15: 55-67.
5. Odland GF. *Structure of the Skin*. In: Goldsmith LA, ed. *Physiology, biochemistry and molecular biology of the skin*. New York: Oxford University Press; 1991. p. 3-62.
6. Elias PM. *Stratum Corneum Defensive Functions: An Integrated View*. J Invest Dermatol 2005; 125:183-200.
7. Heinrich U., Garbe B., Tronnier H. *In vivo Assessment of Ectoin: A Randomized, Vehicle-Controlled Clinical Trial*. Skin Pharmacol Physiol 2007; 20: 211-218.
8. Delalleau A. *Analyse Du Comportement Mécanique de la Peau In Vivo*. Thèse de Génie Mécanique et Génie Civil Ecole Doctorale ED-SE, Université Jean Monnet de Saint-Etienne, 2007 P5.
9. Agopian-Simoneau L. *Évaluation Biométriologique des Cosmétiques Anti-Âge Et Antirides*. Les secrets de l'anti-âge [serial online] 2007[cited 2009 NOV 20] : [screen 62]Available from: URL: [http:// pagesperso-orange.fr/liseagopian/images/anti_age_Arnette2007.pdf](http://pagesperso-orange.fr/liseagopian/images/anti_age_Arnette2007.pdf)

10. Prost C., Heller M., Fraitag S., Taris A., Taris M. *De L'histologie Moléculaire À La Pathologie* [serial online] 2004 FEB, [http //www.histo-moléculaire.com](http://www.histo-moléculaire.com)
11. Payne P.A. *Measurement properties and function of skin*. Clin. Phys. Physiol. Meas. 1991; 12 (2): 105-129.
12. Eckert R.I. and Rocke E.A. *Molecular biology of Keratinocytes Differentiation*. Environ. Health Perspect. 1989; 80: 109-116.
13. Steinert P.M. *Structure, function and dynamics of keratin intermediate filaments*. J. Invest. Dermatol. 1993; 100:729-734.
14. Banchereau J., Briere F., Caux C., Davoust J., Lebecque S., Liu Y. J. et al., *Immunobiology of dendritic cells*. Annu. Rev. Immunol. 2000; 18: 767-811.
15. Tachibana T. and Nawa T. *Immunohistochemical reactions of receptors to metenkephalin, VIP, substance P, and CGRP located on Merkel cells in the rat sinus hair follicle*. Arch. Histol. Cytol., 2005. 68(5): 383-391.
16. Laplante A. *Mécanismes de réépithélialisation des plaies cutanées expression des protéines de stress chez la souris et analyse à l'aide d'un nouveau modèle tridimensionnel humain développé par génie tissulaire*. Thèse de Médecine expérimentale Faculté de Médecine, Université de Laval, 2002. version électronique pdf.
17. Lodén M. *The Skin Barrier and Use of Moisturizers in Atopic Dermatitis*. Clin. Dermatol. 2003; 21: 145-157.
18. Elias P.M., Choi E.H. *Interactions among Stratum Corneum Defensive Functions*. Exp. Dermatol. 2005; 14:719-726.
19. Jansen L.H., Hojyo-Tomoko M.T., Kligman A.M. *Improved fluorescence technique for estimating stratum corneum turnover time*. Br. J. Dermatol. 1974; 90: 9-11.
20. Jackson S.M., Williams M.L., Feingold KR, Elias P.M. *Pathobiology of the Stratum Corneum*. West. J. Med. 1993; 158: 279-285.

- 21.Santoro M.M., Gaudino G. *Cellular and molecular facets of keratinocyte reepithelization during wound healing*. Exp. Cell. Res. 2005; 304(1): 274-286. Epub 2004 Dec 8.
- 22.Forslind B., Roomans G.M., Carlsson L.E. et al. *Elemental analysis on freeze dried sections of human skin: studies by electron microprobe and particle induced X-ray emission analysis*. Scanning Electron Microscopy 1984; 2: 755-759.
- 23.Dreno B. *Compléments alimentaires en cosmétologie*. Cosmétologie et Dermatologie esthétique 2007; 50-230-A-10.
- 24.Norlen L., Emilson A., Forslind B. *Stratum corneum swelling: biophysical and computer assisted quantitative assessments*. Arch. Dermatol. Res. 1997; 289: 506-513.
- 25.Lazar A.P., Lazar P. *Dry Skin, Water and Lubrication*. Dermatol. Clin. 1991; 9: 45-51.
- 26.Gabard B., Barel A.O. *Dynamique de l'hydratation cutanée*. Cosmétologie et Dermatologie esthétique 2008, 50-140-D-10.
- 27.Humbert P. *Effet d'un produit cosmétique biologique sur l'hydratation et la mouillabilité de la peau sèche*. Centre d'Étude et de Recherche sur le Tégument (CERT) Analyse statistique RC 2008-60– Version du 01/07/2009.
- 28.Lyons-Giodano B., Lazarus G.S. *Skin Abnormalities in Mice Transgenic For Plasminogen Activator Inhibitor1: Implications for the Regulation of Desquamation and Follicular Neogenesis by Plasminogen Activator Enzymes*. Dev. Biol. 1995; 170: 289-298.
- 29.Rudikoff D. *The Effect of Dryness on the Skin*. Clin. Dermatol.1998; 16: 99-107.
- 30.Hübner N.O., Kampfa G., Löffler H., Kramer A. *Effect of a 1 min hand wash on the bactericidal efficacy of consecutive surgical hand*

- disinfection with standard alcohols and on skin hydration.* Int. J. Hyg. Environ. Health 2006; 209: 285-291.
31. Thune P. *The Effects of Detergents on Hydration and Skin Surface Lipids.* Clin. Dermatol. 1996; 14: 29-33.
32. Vaillant L., Martin L., Callens A *Vieillissement cutané ménopausique.* Encyclopédie Médico-Chirurgicale 2000; 50-050-C-10.
33. Voegeli R., Rawlings A. V., Doppler S. and Schreier T. *Increased Basal Transepidermal Water Loss Leads to Elevation Of Some But Not All Stratum Corneum Serine Proteases* Int. J. Cosmet. Sci. 2008; 30: 435-442.
34. Wu Kenneth S., Van Osdol William W., Dauskardt Reinhold H. *Mechanical properties of human stratum corneum: Effects of temperature, hydration, and chemical treatment.* Biomater. 2006; 27: 785-795.
35. Sato J. , Denda M., Nakanishi J., Koyama J. *Dry Condition Affects Desquamation of Stratum Corneum In Vivo* J. Dermatol. Sci. 1998; 18: 163- 169.
36. Milstone L.M. *Epidermal Desquamation.* J. Dermatol. Sci. 2004; 36: 131-140.
37. Walsh A, Chapman SJ. *Sugars Protect Desmosome And Corneosome Glycoproteins From Proteolysis.* Arch Dermatol Res 1991; 283:174-179.
38. Sato J., Denda M., Nakanishi J. et al. *Cholesterol Sulfate Inhibits Proteases That Are Involved In Desquamation of Stratum Corneum.* J. Invest. Dermatol. 1998; 111:189-93.
39. Estrade M. N. *Hydratation et Déshydratation Cutanées.* Guide pratique du conseil cosmétologique à l'officine. Pro-Officina, 1997; III: 127-131.
40. Gougerot-Schwartz A. *Hydratation et produits hydratants* Cosmétologie et Dermatologie esthétique. Encycl Méd Chir Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, 2000 ; 50-160-B-10.

41. Elias PM. *Epidermal Lipids, Barrier Function, and Desquamation*. J. Invest. Dermatol. 1983; 80: 44S-49S.
42. Verkman A. S. *Aquaporins: Translating Bench Research to Human Disease*. J. Exp. Bot. 2009; 212: 1707-1715.
43. Claudy A. *Les lipides cutanés : de la physiologie à la clinique Cutaneous lipids: from physiology to clinics*. Pathol. Biol. 2003; 51: 260-263.
44. Silva C.L., Topgaard D., Kocherbitov V., Sousa J.J.S., Pais A.C., Sparr E. *Stratum corneum hydration: Phase transformations and mobility in stratum corneum, extracted lipids and isolated corneocytes*. Biochim. Biophys. Acta 2007; 1768: 2647-2659.
45. Clarys P., Barel A. *Quantitative Evaluation of Skin Surface Lipids*. Clin. Dermatol. 1995; 13: 307-321.
46. Caussin J., Gert S. Gooris, Joke A. Bouwstra *FTIR studies show lipophilic moisturizers to interact with stratum corneum lipids, rendering the more densely packed*. Biochim. Biophys. Acta 2008; 1778: 1517-1524.
47. Pott Tanja « *Moisturizers* » (*Hydratants*) & *Cosmétique Entre Mythe, Réalité Et Controverse*. MiDiFABs 2006 ; 5 : 21-43.
48. Huang H. C., Chang T.M. *Ceramide 1 and Ceramide 3 Act Synergistically On Skin Hydration and the Transepidermal Water Loss of Sodium Lauryl Sulfate-Irritated Skin*. Int. J. Dermatol. 2008; 47: 812-819.
49. Lorette G. *Les émoullients*. Objectif Peau 1997; 18 : 139-141.
50. Piérard G. E. *Caractérisation des peaux sèches: la biométrie complète la clinique*. Cosmétologie 1997 ; 14 : 48-51.
51. Gougerot A. *Hydratation et produits hydratants*. Off. Pharm. 1995; 23: 38-41.
52. Humbert P. *Bio-ingénierie cutanée : définition*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 2000 ; 50-140-A-10.

53. Berardesca E., Borroni G., *Instrumental Evaluation of Cutaneous Hydration*. Clin. Dermatol. 1995; 13: 323-327.
54. Huang T. H., Chou J. C., Sun T. P., Hsiung S. K. *A device for skin moisture and environment humidity detection*. Sensor Actuat. 2008; B 134: 206-212.
55. Callaghan T.M., Wilhelm K.-P. *A review of ageing and an examination of clinical methods in the assessment of ageing skin. Part 2: Clinical perspectives and clinical methods in the evaluation of ageing skin*. Int. J. Cosmet. Sci., 2008; 30, 323-332.
56. Holzer G., Riegler E., Hönigsmann H., Farokhnia S. and Schmidt B. *Effects And Side-Effects Of 2% Progesterone Cream On The Skin Of Peri- And Postmenopausal Women: Results From A Double-Blind, Vehicle-Controlled, Randomized Study*. Br. J. Dermatol. 2005; 153: 626-634.
57. Lomuto M., Pellicano R., Giuliani M. *Equipment Available for Bioengineering of the Skin*. Clin. Dermatol. 1995; 13: 409-415.
58. Heinrich U., Koop U., Leneveu D., Osterrieder K., Bielfeldt S., Chkarnat C. et al. *Multicentre Comparison of Skin Hydration In Terms of Physical, Physiological and Product Dependent Parameters By the Capacitive Method*. Int. J. Cosmet. Sci. 2003; 25: 45-51.
59. Lévêque J.L., Xhauftaire-Uhoda E., Piérard G. E. *Skin capacitance imaging, a new technique for investigating the skin surface*. Eur. J. Dermatol. 2006; 16 (5): 500-506.
60. Egawa M., Kunizawa N., Hirao T. *In Vivo Characterization Of The Structure And Components Of Lesional Psoriatic Skin From The Observation With Raman Spectroscopy And Optical Coherence Tomography: A Pilot Study*. J. Dermatol. Sci. 2010; 57: 57-73.

61. Crowther J.M., Sieg A., Blenkiron P., Marcott C., Matts P.J., Kaczvinsky J.R. and Rawlings A.V. *Measuring The Effects Of Topical Moisturizers On Changes In Stratum Corneum Thickness, Water Gradients And Hydration In Vivo*. Br. J. Dermatol. 2008; 159: 567-577.
62. Boncheva M., de Sterke J., Caspers P. J. and Puppels G. J. *Depth Profiling Of Stratum Corneum Hydration In Vivo: A Comparison Between Conductance And Confocal Raman Spectroscopic Measurements*. Exp. Dermatol. 2009; 18: 870-876.
63. Gabard B. *Mesure de la perte insensible en eau*. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 2000; 50-140-E-10.
64. Wilson D., Berardesca E., and Maibach H.I., *In Vitro Transepidermal Water Loss: Differences between Black and White Human Skin*. Br. J. Dermatol. 1988; 119(5): 647-652.
65. Agache P., Humbert P., and Contributor H I Maibach, *Measuring the skin*, ed. M. Nursing. 2004: Springer. 784.
66. Pinnagoda J. Tupker R.A. Agner T. Serup J. *Guidelines for Transepidermal Water Loss (TEWL) Measurement Contact Dermatitis*. 1990; 22: 164-178.
67. Liou Y. B. , Ho H. O , Yang C. J. , Lin Y. K. , Sheu M. T. *Construction of a quantitative structure-permeability relationship (QSPR) for the transdermal delivery of NSAIDs*. J. Controlled Release 2009; 138: 260-267.
68. Tupker R.A., Coenraads P.J. *Wash Tests: Evaluation by Instrument Methodology*. Clin. Dermatol. 1996; 14: 51-55.
69. Pietsch H. *Hand antiseptics: rubs versus scrubs, alcoholic solutions versus alcoholic gels*. J. Hosp. Infect. 2001; 48: S33-S36.
70. Kaiser N. E. Newman J. L. *Formulation technology as a key component in improving hand hygiene practices*. Am. J. Infect. Control. 2006; 34: S82-97.

71. Bonté F., Barré P., Pinguet P., Dusser I., Dumas M., Meybeck A., *Simarouba amara extract increases human skin keratinocyte differentiation*. J. Ethnopharmacol. 1996; 53: 65-74.
72. Kolly C.A., Arbogast J.W., Macinga D.R. *Bacterial Shedding and Desquamation from the Hands of Healthcare Workers Correlates with Skin Condition*. AJIC 2006; Publication Number 11-98.
73. Jensen J.M., Pfeiffer S., Witt M., Bräutigam M., Neumann C., Weichenthal M., Schwarz T., Fölster H.R., and Proksch E., *Different effects of pimecrolimus and betamethasone on the skin barrier in patients with atopic dermatitis*. J. Allergy Clin. Immunol. 2009; 123 (5): 1124-1133.
74. Draelos Z., Akridge R. *An efficacy assessment of a novel skin cleansing device in seborrheic Dermatitis*. J. Am. Acad. Dermatol. 2007; AB 51: 544.
75. Graf R., Anzali S., Buenger J., Pfluecke F., Driller H. *The Multifunctional Role of Ectoïne as a Natural Cell Protectant*. Clin. Dermatol. 2008; 26: 326-333.
76. Document 376L0768 Directive 76/768/CEE du Conseil Des Communautés Européennes Du 27 Juillet 1976 Concernant Le Rapprochement Des Législations Des États Membres Relatives Aux Produits Cosmétiques.
77. Martini M.C. *Actifs*. Encycl Med Chir Elsevier Paris; 2000.
78. Breternitz M., Kowatzki D., Langenauer M., Elsner P., Fluhr J.W. *Placebo-Controlled, Double-Blind, Randomized, Prospective Study of a Glycerol-Based Emollient on Eczematous Skin in Atopic Dermatitis: Biophysical and Clinical Evaluation*. Skin. Pharmacol. Physiol. 2008; 21: 39-45.
79. Martini M. C., Seiller M. *Les produits hydratants*. Technique et documentation. Paris : Lavoisier 1992; 196-210.

- 80.Savic S., Tamburic S., Savic M., Cekic N., Milic J., Vuleta G. *Vehicle-controlled effect of urea on normal and SLS-irritated skin*. Int. J. Pharm. 2004; 271: 269-280.
- 81.Martini M.C., Bobin M.F., Cotte J. *Mise en évidence in vivo du pouvoir hydratant d'émulsions contenant l'association urée-acide lactique*. J. Méd. Esthét. Chir. Dermatol. 1985; 48: 267-271.
- 82.Takahashi M., Machida Y., Tsuda Y. *The influence of hydroxyacids on the rheological properties of stratum corneum*. J. Soc. Cosmet.Chem. 1986; 36: 177-187.
- 83.Baumann L., Covell E., Zephirin J., Hawkins S. *Improvement to photodamaged skin and skin barrier using a regimen of products containing conjugated linoleic acid*. J. Am. Acad. Dermatol. 2009; 806.
84. Tsuji K., Mitsutake S., Ishikawa J., Takagi Y., Akiyama M., Shimizu H., Tomiyama T., Igarashi Y. *Dietary glucosylceramide improves skin barrier function in hairless mice*. J. Dermatol. Sci. 2006; 44: 101-107.
85. Betz G., Aeppli A., Menshutina N., Leuenberger H. *In vivo comparison of various liposome formulations for cosmetic application*. Int. J. Pharm. 2005; 296: 44-54.
- 86.Barbosa B. L., Barba C., C'ocera M., Coderch L., L'opez I. C., de la Maza A., L'opez O. *Effect of bicellar systems on skin properties*. Int. J. Pharm. 2008; 352: 263-272.
- 87.Mizushima J., Kawasaki Y., Tabohashi T., Kitano T., Sakamoto K., Kawashima M., Cooke R., Maibach H. I. *Effect of surfactants on human stratum corneum: electron paramagnetic resonance study*. Int. J. Pharm. 2000; 197: 193-202.
- 88.Cotte J. *Les agents hydratants de la peau*. Dermatol Prat 1996 ; 171: 5-6.
- 89.Amougou M.G. *Étude De L'effet Hydratant Du Beurre De Karité Et De L'huile D'argan*. Thèse de Pharmacie Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat, Université Mohamed V Rabat Maroc, 2009.

90. Brondex V. *Évaluation Des Impacts Potentiels D'une Augmentation De La Production Du Beurre De Karité : Le Cas Du Village De Boyan Au Mali*. Mémoire pour le grade de maitre en environnement. Faculté des sciences de l'Université de Sherbrooke. Québec, Canada, Mai 1999.
91. Debbou B. *Extraction Et Caractérisation De L'huile D'argan*. Thèse D'ingénieur D'état En Sciences Agronomiques. Institut national agronomique El Harrach Alger, Algérie 2003 p22.
92. Charrouf Z., Guillaume D. *Ethnoeconomical, Ethnomedical and Phytochemical study of Argania spinosa (L.) Skeels*. Journal of ethnopharmacology 1999; 67 (1): 7-14.
93. Humbert P. *Amélioration De L'hydratation Cutanée Par La Prise D'une Eau Minérale Naturelle* on line URL [http://www.centre-evian.com/fondDoc/dos-science/amelioration de l'hydratation cutanée par la prise d'une eau minérale naturelle](http://www.centre-evian.com/fondDoc/dos-science/amelioration%20de%20l%27hydratation%20cutanée%20par%20la%20prise%20d%27une%20eau%20minérale%20naturelle) visité le 26 Avril 2010.
94. Swatschek D., Schatton W., Kellermann J., Müller W., Kreuter J. *Marine sponge collagen: isolation, characterization and effects on the skin parameters surface-pH, moisture and sebum* Eur. J. Pharm. Biopharm. 2002; 53: 107-113.
95. Wissing A. S., Müller H. R. *The influence of solid lipid nanoparticles on skin hydration and viscoelasticity – in vivo study*. Eur. J. Pharm. Biopharm. 2003; 56: 67-72.

Année : 2010 Thèse : N° 57

Auteur : Mlle KONÉ Aminata Marie – Paule Élodie

TITRE : CINÉTIQUE DE L'HYDRATATION CUTANÉE APRES APPLICATION DE PRODUITS NATURELS

MOTS-CLES : Peau, Hydratation, PIE, Capacité de rétention en eau, Beurre de karité, Huile d'argan.

RÉSUMÉ

La peau peut paraître comme un simple organe, qui établit la connexion de l'organisme entier à son milieu environnant. Elle est cependant une structure complexe qui assure des fonctions aussi multiples que variées. Son hydratation fait référence à la teneur en eau du stratum corneum. Le Cornéomètre®CM825 et le Téwamètre®TM300 issus de la bio-ingénierie cutanée permettent d'évaluer de façon objective les paramètres d'hydratation de la peau. Ainsi l'on peut estimer respectivement la teneur en eau statique et celle de l'eau dynamique. Notre étude présente la cinétique d'hydratation de la peau de deux volontaires sur 8 heures après l'application de l'HA et du BK. Cette cinétique révèle les causes de l'augmentation de la PIE observée dans une précédente étude. Cette dernière concernait l'effet hydratant du BK et de l'HA sur la peau de 58 volontaires durant 28 jours. De nos résultats, il apparaît que l'utilisation de ces produits entraîne des perturbations de la PIE et de l'IH dans les premières heures qui suivent l'application des produits. L'augmentation de la PIE observée dans la précédente étude n'est pas réelle. Elle est plutôt liée à des variations des délais de mesure de la PIE. Une mesure prise au cours de la zone de « turbulence » ne rend pas la réalité de la valeur de la PIE. L'éventuel pouvoir hydratant de ces produits est à rechercher après une application multiple sur une longue période. Le délai optimal à respecter entre l'application et la mesure de la PIE devra être d'au moins 8 heures.

Year : 2010**Thesis :** N° 57

Author : Mlle KONÉ Aminata Marie – Paule Élodie

Title : Kinetics of skin hydration after application of natural products

Key words: Skin, Moisturizing, TEWL, Shea butter, Argania oil, water holding capacity .

SUMMARY

The skin can appear as a simple organ, which establishes the connection of whole organism with its environment. It is however a complex structure which assures as numerous functions as various. His moisturizing refers to the content of water of the stratum corneum. The cutaneous' bio-engineering provides Cornéomètre®CM825 and Tewamètre®TM300 which allows to assess evenly the parameters of the skin' moisturizing. So they can estimate respectively the content of static and dynamic water. Our study introduces the kinetics of moisturizing of the skin of two volunteers over 8 hours after the application of the HA and BK. This kinetics reveals reasons of increase of the TEWL noticed in a previous study. This last concerned the moisturizing effect of BK and HA on the skin of 58 volunteers for 28 days. From our results, it appears that the use of these products lead to disturbances of the TEWL and the IH in the first hours which follow the application of products. The Increase of TEWL noticed in the previous study is not real. It is rather linked to variations of the delays of measurement of the TEWL. A measurement registered in the course of the disturbances zone does not mean the reality of the value of the TEWL. The possible moisturizing effect of these products is to search after a numerous applications over long period. The delay before the measurements of the TEWL has to be of at least 8 hours.

ملخص

الجلد قد تظهر كهيئة واحدة ، الذي يربطها الحيك لهليئته .
الانها هيكل معقد أن يوفر وظائف متنوعة على نطاق واسع .
Corneometer® و الماء يشير إلى محتوى الماء من الطبقة القرنية
CM825 و Tewamètre و TM300®
مناجلد الهندسة البيولوجية لتقييم موضوعي للمعلماء الماء من
الجلد .
وهكذا يمكن تقدير المحتوى المائي ثابت على التو اليودينامية من
تلك المياه .
در استنا يعرض حركية الماء من اجلد لاثني من المتطوعين على ثمانيد
ساعات بعد تطبيقها وبيكاي
TEWL و الحركية يكشفنا لأسباب لتأدي إلى زيادة في
لوحظ فيدراسة سابقة
58 و شملت هذا الأخيرة من أثر ترطيب بيكايوها على الجلد من
يومًا 28 متطوعًا خلال
من نتائجنا ، يبدو و أن استخدمنا هذه المنتجات و يؤدى إلى تعطيل المركب
الذو و ليل للبطاطا و حاء فيا لسا عاتال و لى بعد تطبيقها المنتجات
لوحظ فيدراسة سابقة ليستحقيقية TEWL الزيادة في
ومنا أكثر المتصلة بالتغير اتفوق تقياسا لأداء الصناعات التنافس
ي .
مقياسالتيا تحذرت لاضطرابا تلاجعلمنوا قعقيمة المركز الدوليلد
بطاطا .
القوة المحتملة لهذا المنتجات و ترطيب لاعتناء تطبيقها متعددة على
مدى فترة طويلة .
8 التأخير من قبل معهد الشرق الأوسط لتدابير سوف يكوننا لا يقلعن
ساعات .

TEWL الجلد، الترطيب، :كلماتالبحث
.، القدرة على حفظالمياه، زبدة الشيا، زيتأرغان

ANNEXES

Statistiques des séries de résultats

	C BK1		T BK1		C BK2
Minimum	6,4299998	Minimum	6,4299998	Minimum	8,1700001
Maximum	9,5	Maximum	11,15	Maximum	11,13
Sum	91,28	Sum	104,66	Sum	109,73
Points	11	Points	11	Points	11
Mean	8,2981818	Mean	9,5145454	Mean	9,9754545
Median	8,1300001	Median	9,3699999	Median	10,05
RMS	8,3479165	RMS	9,6034113	RMS	10,010746
Std Deviation	0,9542937	Std Deviation	1,3670506	Std Deviation	0,88083336
Variance	0,91067647	Variance	1,8688272	Variance	0,7758674
Std Error	0,28773038	Std Error	0,41218125	Std Error	0,26558125
Skewness	-0,34257599	Skewness	-0,88627094	Skewness	-0,45378776
Kurtosis	-0,63051958	Kurtosis	0,37495948	Kurtosis	-0,25796038
	T BK2		C HA2		T HA2
Minimum	8,1700001	Minimum	7,77	Minimum	7,77
Maximum	11,7	Maximum	11,6	Maximum	11,07
Sum	110,53	Sum	112,18	Sum	111,26
Points	11	Points	11	Points	11
Mean	10,048182	Mean	10,198182	Mean	10,114545
Median	10,23	Median	10,43	Median	10,37
RMS	10,099116	RMS	10,248258	RMS	10,154438
Std Deviation	1,0624483	Std Deviation	1,0612617	Std Deviation	0,94310511
Variance	1,1287965	Variance	1,1262765	Variance	0,88944724
Std Error	0,32034022	Std Error	0,31998245	Std Error	0,28435689
Skewness	-0,24179394	Skewness	-1,0577953	Skewness	-1,3896034
Kurtosis	-0,69536284	Kurtosis	0,60559853	Kurtosis	1,4811184
	C HA1		T HA1		
Minimum	7,0300002	Minimum	7,0300002		
Maximum	9,1999998	Maximum	10,6		
Sum	93,43	Sum	102,55		
Points	11	Points	11		
Mean	8,4936363	Mean	9,3227273		
Median	8,5699997	Median	9,25		
RMS	8,5177424	RMS	9,3745202		
Std Deviation	0,67162891	Std Deviation	1,0320959		
Variance	0,45108539	Variance	1,065222		
Std Error	0,20250374	Std Error	0,31118862		
Skewness	-1,0073643	Skewness	-0,80292867		
Kurtosis	0,087715307	Kurtosis	0,26485592		

Test de Wilcoxon comparaison intra individus :

PIE

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C BK1

Group 2: C HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	8,13	8,57

Median Difference	-0,44
Sum of positive ranks	18
Sum of negative ranks	-48
P Value	0,2061
P Value method?	exact

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C BK1

Group 2: T BK1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	8,13	9,37

Median Difference	-1,24
Sum of positive ranks	0
Sum of negative ranks	-55
P Value	0,005922
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C BK2

Group 2: C HA2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	10,05	10,43

Median Difference	-0,38
Sum of positive ranks	21
Sum of negative ranks	-45
P Value	0,3042
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C HA1

Group 2: T HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	8,57	9,25

Median Difference	-0,68
Sum of positive ranks	0
Sum of negative ranks	-55
P Value	0,005922
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: T BK1

Group 2: T HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	9,37	9,25

Median Difference	0,12
Sum of positive ranks	38
Sum of negative ranks	-28
P Value	0,6888
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C BK2

Group 2: T BK2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	10,05	10,23

Median Difference	-0,179999
Sum of positive ranks	17,5
Sum of negative ranks	-37,5
P Value	0,3326
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C HA2

Group 2: T AH2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	10,43	10,37

Median Difference	0,0600004
Sum of positive ranks	35
Sum of negative ranks	-20
P Value	0,4755
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: T BK2

Group 2: T HA2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	10,23	10,37

Median Difference	-0,14
Sum of positive ranks	34
Sum of negative ranks	-32
P Value	0,9658
P Value method?	exact

IH

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C' BK1

Group 2: C' HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	41,3	41,42

Median Difference	-0,119999
Sum of positive ranks	26,5
Sum of negative ranks	-39,5
P Value	0,5935
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C' BK1

Group 2: T' BK1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	41,3	38,43

Median Difference	2,87
Sum of positive ranks	53
Sum of negative ranks	-2
P Value	0,01083
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C' HA1

Group 2: T' HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	41,42	42,43

Median Difference	-1,01
Sum of positive ranks	14
Sum of negative ranks	-41
P Value	0,1851
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: T' BK1

Group 2: T' HA1

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	38,43	42,43

Median Difference	-4
Sum of positive ranks	0
Sum of negative ranks	-66
P Value	0,0009766
P Value method?	exact

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data

Group 1: C' BK2

Group 2: C' HA2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	40,22	37,79

Median Difference	2,43
Sum of positive ranks	57
Sum of negative ranks	-9
P Value	0,03223
P Value method?	exact

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data
 Group 1: C' BK2
 Group 2: T' BK2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	40,22	36,28

Median Difference	3,94
Sum of positive ranks	46
Sum of negative ranks	-9
P Value	0,06655
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data
 Group 1: C' HA2
 Group 2: T' HA2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	37,79	42,17

Median Difference	-4,38
Sum of positive ranks	0
Sum of negative ranks	-55
P Value	0,005922
P Value method?	normal approximation

Wilcoxon Rank Sign Test for paired data
 Group 1: T' BK2
 Group 2: T' HA2

	Group 1	Group 2
Count	11	11
Median	36,28	42,17

Median Difference	-5,89
Sum of positive ranks	8
Sum of negative ranks	-58
P Value	0,02441
P Value method?	exact

Test de Kruskal-wallis : comparaison inter individus

PIE

Kruskal-Wallis Rank Sum Test
 Data Table: effet du BK sur la PIE
 Factor A: 2 Groups
 C BK1, C BK2

Results:	
Kruskal-Wallis statistic	11,221572
P value	0,00081
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test
 Data Table: Data 1
 Factor A: 2 Groups
 T BK1, T BK2

Results:	
Kruskal-Wallis statistic	0,84608664
P value	0,35766
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: Effet de l'HA sur la pie	
Factor A: 2 Groups	
C HA2, C HA1	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	10,154119
P value	0,00144
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: Effet de l' HA sur la PIE	
Factor A: 2 Groups	
T HA1, T AH2	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	3,6304024
P value	0,05673
Method	ChiSquared approximation

IH

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: effet sur l'hydratation	
Factor A: 2 Groups	
C' BK1, C' BK2	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	0,31153432
P value	0,57674
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: Data 2	
Factor A: 2 Groups	
T' BK1, T' BK2	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	0,13043478
P value	0,71798
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: effet de l'HA sur l'hydratation	
Factor A: 2 Groups	
C' HA1, C' HA2	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	4,5544377
P value	0,03283
Method	ChiSquared approximation

Kruskal-Wallis Rank Sum Test	
Data Table: effet de l'HA sur l'hydratation	
Factor A: 2 Groups	
T' HA1, T' HA2	
Results:	
Kruskal-Wallis statistic	0,18217751
P value	0,66951
Method	ChiSquared approximation

SERMENT DE GALIEN

*Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre
des pharmaciens et de mes condisciples :*

*D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de
leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;*

*D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec
conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais
aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;*

*De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade
et sa dignité humaine.*

*En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état
pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

كلية الطب و الصيدلة بالرباط

أطروحة رقم : 57

سنة : 2010

العنوان

حركية الماء من الجلد بعد استعمال المنتجات الطبيعية

أطروحة قدمت و نوقشت علانية

من طرف

السيدة : كون أمينتا ماري بول إودي

المزداة في : 10 يناير 1984 بأبيدجان

لنيل شهادة الدكتوراة في : الصيدلة

الكلمات الأساسية : الجلد , الترطيب , TEWL , القدرة على حفظ المياه ,
زبدة الشيا, زيت أرغان.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

السيد : وجدي معزوزي

أستاذ في الإنعاش و التخدير

السيد : يحيى بنسودة

أستاذ في المستحضرات الذوائية

السيد خليل بنيوسف

أستاذ في الأمراض الجلدية

السيدة مريم صفار

أستاذة مبرزة في علم الأحياء الدقيقة

السيدة : نوال الشرقاوي

أستاذة مبرزة في المستحضرات الذوائية

مشرف

أعضاء